NASIL ÇALIŞIR

BİLİM, TEKNOLOJİ VE İCATLAR ANSİKLOPEDİSİ

GELİŞİM YAYINLARI 6

ORGANİK KİMYA
SÜSPANSİYON

ARAÇLAR, GEREÇLER, AYGITLAR, TEKNOLOJİK YÖNTEMLER ve SİSTEMLER

NASIL ÇALIŞIR

GELİŞİM A'DAN Z'YE BİLİM, TEKNOLOJİ VE İCATLAR ANSİKLOPEDİSİ

GELİŞİM YAYINLARI

Copyright: Marshall Cavendish Limited Londra
ve Gelişim Basım Yayım A.Ş.
Şafak sk. 2 Nişantaşı/İstanbul (1980)
Tel: 48 61 82 / 48 61 83

Dizgi: Ağaoğlu Yayınevi Tesisleri

Baskı: Apa Ofset

ARAÇLAR, GEREÇLER, AYGITLAR, TEKNOLOJİK YÖNTEMLER ve SİSTEMLER

NASIL ÇALIŞIR

GELİŞİM A'DAN Z'YE BİLİM, TEKNOLOJİ VE İCATLAR ANSİKLOPEDİSİ

6

GELİŞİM YAYINLARI

Gelişim Basım ve Yayım A.Ş. adına
Sahibi ve Genel yönetmeni:
ERCAN ARIKLI

Genel yönetmen yayın
yardımcısı:
TANJU GÖKÇÖL

Sorumlu Yönetmen:
AYDAN LOSTAR

Teknik Danışman:
VEDAT ÖZTÜRK

Yayın Kurulu:
FARİS AKARSU, NEJAT DALAY,
EMRE DÖLEN, FATİH ERDOĞAN,
ENVER GÜNSEL, GÜROL IRZIK,
LEVENT OĞUZ , GÜHER SAVAT,
ERDEN SOYTÜRK, OYA DALGIÇ

Sayfa Düzeni:
NAZLI TÜRKSOY

Düzelti:
MUSTAFA ARSLAN

Sekreter:
SULTAN GÜRSOY

ORGANİK KİMYA

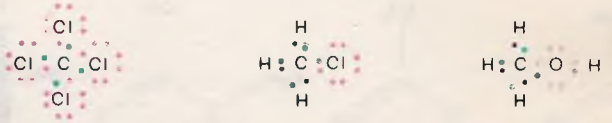
Organik kimya, karbon ATOM'u içeren kimyasal bileşiklerle ilgilenen bir bilim dalıdır. Kimyanın bir dalını, tek bir elemente ayırmak şaşırtıcı gelebilir. Ama bilinen karbon içeren bileşiklerin sayısı, öteki element ve türevlerinin toplamından çok daha fazladır. ANORGANİK KİMYA, bütün elementlerin ve karbon atomu içermeyen bileşiklerin (karbonun oksitleri, sülfürleri ve metal karbonatlar, organik değil, anorganik bileşikler olarak kabul edildiklerinden, anorganik kimyanın konuları arasında yeralırlar) kimyasını kapsar.

Organik kimya, bağımsız bir dal olarak XIX. yüzyılın ortalarında gelişmeye başladı ve konusu «canlı» larda bulunan kimyasal maddeler olduğu için, böyle adlandırıldı. Zamanla, canlı maddelerden elde edilen bütün bileşiklerin karbon atomu içerdiği anlaşıldı ve organik kimya terimi, karbon içeren öteki bileşikleri de kapsayacak biçimde genişletildi. 1800 yıllarının ortalarına kadar organik bileşiklerin, anorganik bileşiklerin tersine, «yaşam gücü» taşıyan maddeler olduğu düşünülüyordu. Ama bu düşünce, organik kimyanın akılcı gelişmesini engellemedi ve 1828'de Wöhler'in bir anorganik bileşik olan «*amonyum siyanat*»tan *(NH_4CNO)*, bir organik bileşik olan «*üre*»yi elde etmesiyle, bütünüyle yıkıldı.

İlk kez anorganik maddelerden organik bir bileşik (üre) elde eden Alman kimyacısı Friedrich Wöhler'in 1870'te çekilmiş bir fotoğrafı. (altta)

Bağlanma: 1858'de Alman kimyacı Kekulé ve İskoç kimyacı Couper, birbirlerinden bağımsız olarak, organik MOLEKÜL'lerdeki atomların diziliş biçimine ilişkin birer yazı yayınladılar. İki bilim adamı da, atomları bir arada tutan gücün DEĞERLİK olduğunu belirtmişlerdi. Sözgelimi, karbonun dört, azotun üç, oksijenin iki, HALOJEN'lerinse bir değerliği vardır. Molekül formülü CH_4 olan HİDROKARBON metanda, dört hidrojen atomu, karbon atomunun çevresinde eşit olarak yeralır ve değerlik bakımından doymuş karbon ile hidrojen atomları arasında, dört kimyasal bağ vardır. Organik moleküllerde en yaygın bağ tipi, elektronların paylaşılmasıyla ortaya çıkan *kovalent* bağlanmadır. Bir karbon atomunun dış elektron tabakasında, normal olarak dört elektron bulunur. Oysa bu tabaka, sekiz elektron alabilir. Tıpkı bunun gibi, bir halojen olan klorun da dış elektron tabakasında, sekiz elektron alabilecek yapıda olmasına karşılık, yedi elektron vardır.

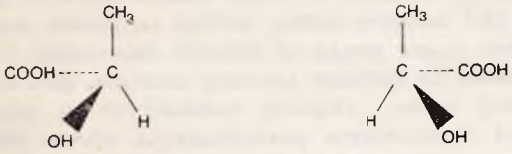
Elektron bakımından dolmuş bir tabaka, dolmamış tabakaya göre daha kararlıdır. Karbon tetraklorürde (CCl_4) elektronlar, karbon ve dört klor atomu arasında paylaşılır. Böylece her atomun dış tabakası dolmuş olur. Merkezdeki karbon atomu ile klor atomları arasındaki bağlar, biri karbon atomundan, öteki klor atomundan gelen bir çift elektrondan oluşmuştur. Alttaki şekillerde karbon tetraklorür, klorometan (CH_3Cl) ve metanol (CH_3OH) molekülleri görülmektedir.



İzomerlik: Molekül formülleri aynı olan pek çok kimyasal bileşik vardır. Sözgelimi, «*sikloheksan* ve *heksen-I*», C_6H_{12} formülüyle gösterilmelerine karşılık, birbirlerinden değişik fiziksel ve kimyasal özellikler gösteren farklı hidrokarbon bileşikleridir. Sikloheksan, altı $—CH_2—$ grubunun bağlanarak, bir halka oluşturduğu doymuş bir bileşiktir. Oysa *heksen-I*, $CH_2{=}CHCH_2CH_2CH_2CH_3$ düz zincirli, doymamış bir bileşiktir. Bu iki bileşiğe, birbirlerinin «*yapı izomeri*» denir.

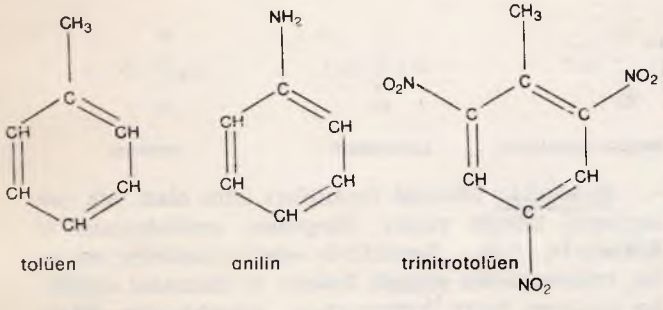
1848 yılında Pasteur, polarılmış ışıkla (Bk. POLARMA) çalışırken, kimyasal bakımdan aynı olmakla birlikte ışık düzlemini farklı yönlere döndüren iki tür tartarik asit olduğunu gördü. Bu iki tür, yapısal olarak aynıydı; ama moleküllerindeki kimyasal grupların dizilişleri farklıydı. Benzer bir durum da «optik bakımdan etkin» iki biçimi bulunan laktik asitte *($CH_3CH[OH]COOH$)* gözlenmişti. Bunun nedeni, laktik asitte aynı merkez karbon atomuna bağlanan dört «farklı» kimyasal grubun *(—CH_3, —H, —OH* ve *—$COOH$)* bulunması ve bu grupların karbon atomuna iki biçimde bağlanabilmesiydi. Söz konusu bağ-

lanma biçimlerini açıklamak için, kartondan yapılmış bir piramidin (tetrahedral) her köşesi ayrı renklere boyanıp (her renk, dört kimyasal gruptan birini simgeler) bir ayna karşısına yerleştirilir ve başka bir karton piramit, ötekinin aynadaki görüntüsüne benzer biçimde boyanabilir. İki kutunun farklı biçimde boyandığı görülecektir. İki kutudaki eş renkli köşeleri çakıştırmak olanaksızdır. Laktik asidin iki izomeriyse söyle gösterilebilir:

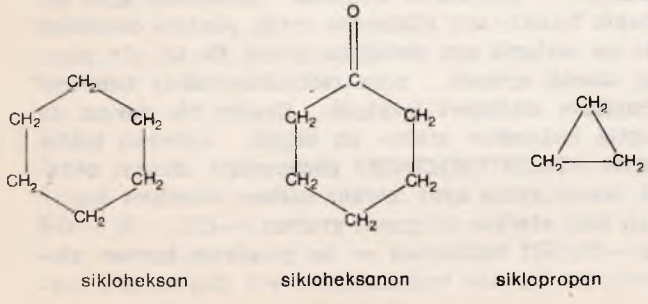


Bu tip izomerlere, «*optik izomer*» ya da «*stereoizomer*» denir. Canlı dokuda bulundukları için, önemli kimyasal bileşiklerdir. AMİNOASİTLER stereoizomerin tipik örnekleridir.

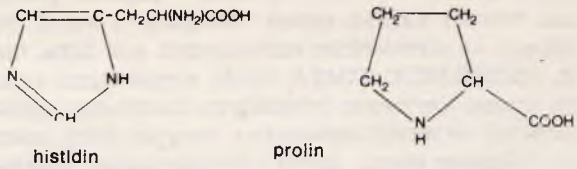
Organik bileşikler: Organik bileşikler dört temel gruba ayrılabilir: ALİFATİK BİLEŞİKLER; AROMATİK BİLEŞİKLER; *alisiklik bileşikler; heterosiklik bileşikler.* Alifatik bileşikler, metan *(CH_4)*, aseton *(CH_3COCH_3)*, n-oktan *($CH_3[CH_2]_6CH_3$)*, asetik asit *(CH_3COOH)* ve plastik (polietilen, vb.) gibi açık zincirli bileşiklerdir. Aromatik bileşikler, bir HİDROKARBON olan benzenin *(C_6H_6)* türevleridir. Örnek olarak tolüen *($C_6H_5CH_3$)*, anilin *($C_6H_5NH_2$)* ve trinitrotolüen *(TNT, $C_6H_2[CH_3][NO_2]_3$)* gösterilebilir.



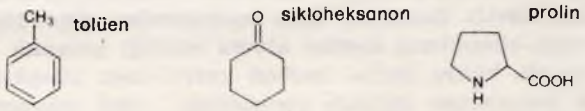
Alisiklik bileşikler, halkalı bileşiklerdir. Ama oluşturdukları karbon zinciri, benzen halkasına benzemez. Endüstride çözücü olarak kullanılan sikloheksan, naylon-6 yapımında kullanılan sikloheksanon, anestezide kullanılan siklopropan, alisiklik bileşiklerdir.



Heterosiklik bileşikler de halkalı bileşiklerdir. Ama halkalı yapıyı oluşturan karbon atomlarından en az birinin yerine, başka bir atom geçmiştir. Örnek olarak, aminoasit *histidin* ve *prolin* gösterilebilir.



Kimyasal formüller yazılırken, yalınlaştırmak için, halkadaki karbon atomları gösterilmez. Bu nedenle, tolüen, sikloheksanon ve prolin, normal olarak aşağıdaki gibi yazılır:



Organik bileşikler, taşıdıkları kimyasal gruplara göre de sınıflandırılabilirler: ALDEHİT *(—CHO)*; amino *($—NH_2$)*; KARBOKSİLLİ ASİTLER *(—COOH)*; etil *($—C_2H_5$)*; hidroksil *(—OH;* Bk. ALKOL); keto *(—CO—)*; metil *($—CH_3$)*; nitro *($—NO_2$)*. Bu sınıflan-

---

Akışkan yatakta soğutularak katı damlacıklar biçimine getirilmiş üre. (altta) Sentetik reçine ve zamk yapımında kullanılan üre, gübre olarak da yararlıdır.

dırmaya göre, anilin bir aromatik amin, sikloheksanon bir alisiklik ketondur. Organik bileşiklerin tepkimeleri, içerdikleri kimyasal gruplara bağlı olarak yürür. Belirli bir grup, normal olarak hep aynı tepkimeyi verir. Sözgelimi ketonlar, hidroksil bileşikleri verecek biçimde indirgenirler (Bk. YÜKSELTGENME VE İNDİRGENME) ve *hidroksilamin*le *(NH_2OH) oksim* bileşikleri oluştururlar.

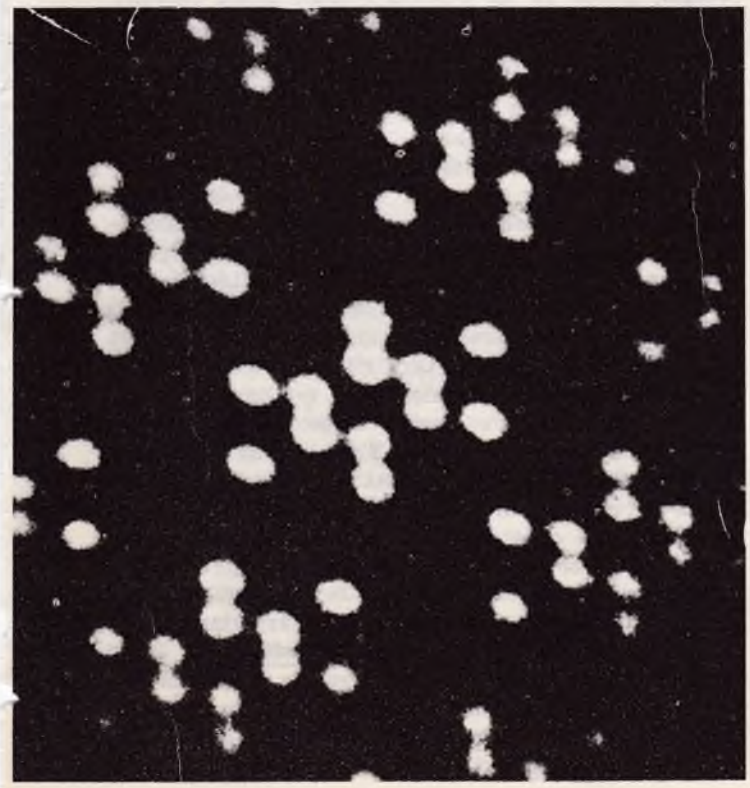
CH_3COCH_3 + H_2 ⟶ $CH_3CHOHCH_3$
aseton hidrojen izopropil alkol

CH_3COCH_3 + NH_2OH ⟶ $CH_3CNOHCH_3 + H_2O$
aseton hidroksilamin aseton oksim su

Çeşitli kimyasal grupların tepkimelerinin ve belirli durumlarda nasıl davranacaklarının bilinmesi, uygun hammaddelerle istenen bireşimlerin yapılmasını sağlar.

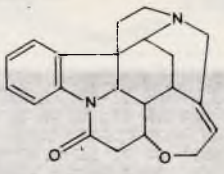
Bilinmeyen bir kimyasal maddenin belirlenmesi, fiziksel ve kimyasal çözümleme yöntemleriyle yapılır. Kimyasal bileşiğin gösterdiği tepkime, içinde bulunan grupları belirtir. Bileşik genellikle, saptanması daha kolay olan küçük bölümlere parçalanır. Molekül ağırlığının bulunması (Bk. MOLEKÜL), kızılötesi, moröte-si TAYFÖLÇÜMÜ, NÜKLEER MAGNETİK REZONANS ve KÜTLE TAYFÖLÇÜMÜ gibi fiziksel yöntem-

Benzen bileşikleri billurunun, X ışını kırınım fotoğrafı. (altta) Özel mercekler kullanılarak çekilmiş olan fotoğrafta, moleküldeki atomların dizilişine uygun noktalar görülmektedir.

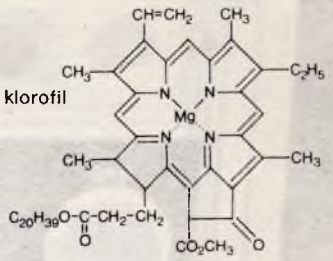


lerde kullanılır. Birçok organik bileşik çok karışıktır ve yapılarının anlaşılması çok uzun zaman almıştır. Aşağıda strisininin ve klorofilin yapıları görülmektedir.

strisinin



klorofil



En yalın osilatörlerden (salıngaç) biri, hareketi grafik üstünde bir SİNÜS DALGASI biçiminde gösterilen SARKAÇ'tır. Sarkaç, salınımı sırasında yitirdiği ENERJİ geri verilebilirse, genliğini değiştirmeden hareketini sürdürebilir. Elektronik osilatörlerde, salınım hareketini elektronlar üstlenirler. Bunlarda da salınımın sürekli olması istenirse, benzer bir düzenekle, yitirilen enerjinin geri verilmesi gerekir.

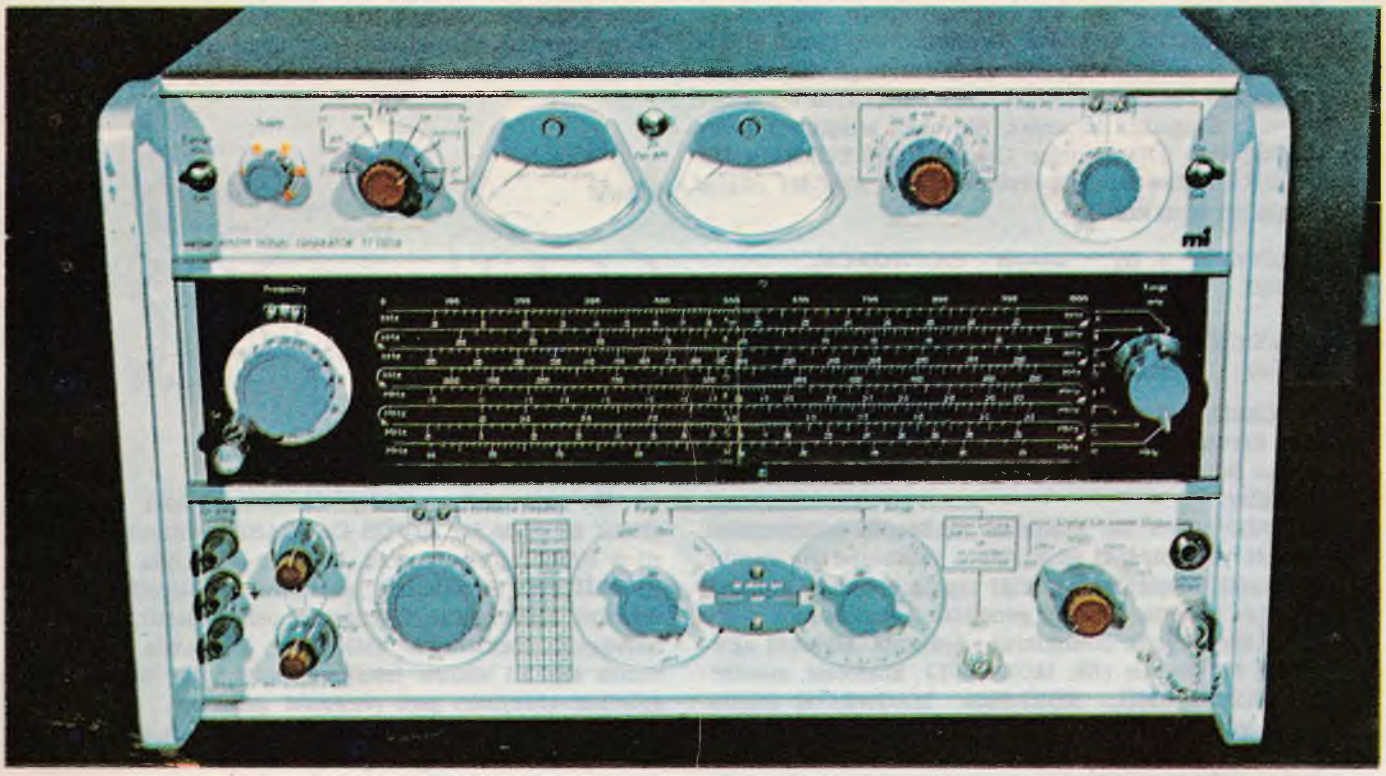
Sarkaç gibi sinüs biçimli dalga üreten elektronik osilatörler, kare dalga ya da testere dişi biçiminde dalga üretecek hale de getirilebilirler. Elektronik osilatörlerin sınıflandırılması, oluşturdukları dalga biçimine göre yapılır.

Bütün elektronik osilatörlerde, güç kaynağı olarak doğru akım kullanılır. YÜKSELTİCİ'ler, GERİ BESLEME sistemleri, *ayar* ve *geciktirme* devreleri, bu doğru akım enerjisini alternatif akım enerjisine dönüştürmek için kullanılır.

Bir dalga üstünde, birbirine özdeş iki nokta arasındaki zaman aralığına salınımın «*peryodu*», belirli zaman süresinde yinelenen salınım sayısına da «*frekans*» adı verilir. Frekansın birimi Hertz'dir (Hz). 1 Hz, bir saniyede bir salınımlık frekansa eşittir.

Sinüs osilatörleri: Bir KONDANSATÖR düşük dirençli bir indüktör (Bk. İNDÜKTANS) üstünden boşaldığı zaman, devreden geçen akım, salınım hareketi yapar. Bunun frekansı, devrenin *rezonans* frekansına eşittir (Bk. REZONANS). Devrenin kendi DİRENÇ'i nedeniyle oluşan enerji yitimi, salınım hareketini bir süre sonra söndürecektir. Bunu önlemek için, yitirilen enerjinin yeniden verilmesi gerekir. Böyle bir devrede yitirilen enerji, devrenin *Q* faktörüyle belirtilir. *Q* faktörü, depolanmış enerjinin yitik enerjiye oranı biçiminde tanımlanabilir. *Q* faktörü büyük olan bir devre, çok sayıda salınım yaptıktan sonra söner. Oysa *Q* faktörü küçük olan devrede, yalnızca birkaç salınım gözlenebilir.

Bir ayar devresinde (bazen «*tank devresi*» de denir) yitirilen enerjiyi yerine koyma yöntemlerinden biri de, indüktörü, ikinci indüktöre («transformatör» de denir) bağlamaktır. Transformatörden (ikinci indüktörden) elde edilen çıkış, bir yükselticiye, buradan da yeniden ayar devresine verilir. Yükseltilmiş sinya-



Bir çağdaş sinyal üreteci. (üstte) Ortadaki bölge, 10 kHz ile 88 MHz aralığında, istenen frekansı duyarlı olarak seçmeye yarar. Kalibrasyon işlemi, billurlu osilatör (resmin alt sağında) yardımıyla yapılır. Sinyal, genlik ya da frekans modülasyonlu olabilir.

lin genliği, en az kendisini oluşturan salınım sinyalinin genliğine eşit olmalı ve onunla *aynı fazda* bulunmalıdır. Bu devre, *artı geri besleme* ilkesine göre çalışır.

Bu tür osilatörler, birkaç bin Hz ile birkaç yüz kilohertz arasında sinyaller üretmek için kullanılır. 400 Hz-200 MHz aralığında kararlı frekanslar gerektiği zaman, *billur denetimli* osilatörlerden yararlanılır. Billurlu osilatörün çalışma ilkesi, belli billurların sözgelimi kuvars) gösterdiği *piezoelektrik* olaya dayanır. Bunlar, mekanik bir zorlanma altında kaldıklarında, elektrik salınımları üretirler. Bunun tersi de olasıdır; yani, uygun gerilimler verildiğinde, billur, yapısal olarak boyut değiştirir. Salınımların sürekli olması için, devrenin rezonans frekansı, *Q* faktörü büyük bir billurla denetlenir. Bu billur devresine bir *LC* (indüktör-kondansatör) devresinden besleme yapılır.

Magnetostriksiyon (piezomagnetik) *osilatörlerinde*, nikel türünden malzemeler kullanılır. Bu malzemelerin boyutları, magnetik alan etkisiyle değişebilmektedir. Kuşkusuz bunun tersi de geçerlidir. Yani, bir dış kuvvetle boyutları değiştirilen malzemelerin, magnetik özellikleri de değişir (Bk. MAGNETİZMA). Söz konusu malzemelerin çevresine sarılı bobinden akım geçirilerek, malzemenin mekanik rezonans frekansında titreşmesi sağlanır. Malzeme çevresinde bulunan ikinci bir bobin ya da bir değişken relüktans, geri besleme sinyalinin elde edilmesinde kullanılır. Sinyallerin yükseltildikten sonra yeniden devreye gönderilmesiyle, salınımın sürekliliği sağlanır.

Magnetostriksiyon osilatörleri ve billurlu osilatörler, genellikle elektrik salınımlarının, başka bir ortama yayınlanması (sesötesi üreteçlerde olduğu gibi) istendiği zaman kullanılır.

Faz kaydırma osilatörlerinde, ayar devresi bulunmaz. Bunlarda üç direnç ve üç kondansatörden oluşan merdiven şebekesi kullanılır. Merdiven şebekesiyle, tek kademeli direnç yüklü bir yükselticinin çıkışı, girişine verilir. Dirençlerin ve kondansatörlerin değerleri, istenilen salınım frekansında şebekenin giriş ve çıkış gerilimleri arasında yarım peryotluk bir fark (180°'lik faz kayması) ortaya çıkacak biçimde seçilir. Yükselticinin giriş ve çıkış sinyal gerilimleri arasında da 180°'lik bir faz farkı oluşacağından, toplam 350°'lik bir faz kayması olur. Sinyalin yükseltici içinde büyütülmesi, şebeke içindeki sönümünden daha fazla olduğu zaman salınımlar sürecektir. Başka bir faz kaydırma osilatörü de Wien köprülü osilatördür. Bunda, dirençler ile kondansatörler, bir köprü devresi oluştururlar. Faz kaydıran osilatörler, genellikle işitme frekansları uygulamalarında kullanılırlar.

Sinüs biçimi salınım üretmeyen osilatörler: Sinüs osilatörlerinde yükseltme görevi yapan vakum tüpleri ve transistörler, salınım frekansının zaman değişmezine bağlı olduğu devrelerdeki sinüs biçimi dalga üretmeyen osilatörlerde, ŞALTER gibi çalışabilirler. Sinüs

biçimi salınım üretmeyen osilatörler, geciktirme tipi osilatörlerdir (dalgalar devrede apansız yükleme ya da gecikme sonucu biçimlendiği için bu adı almışlardır).

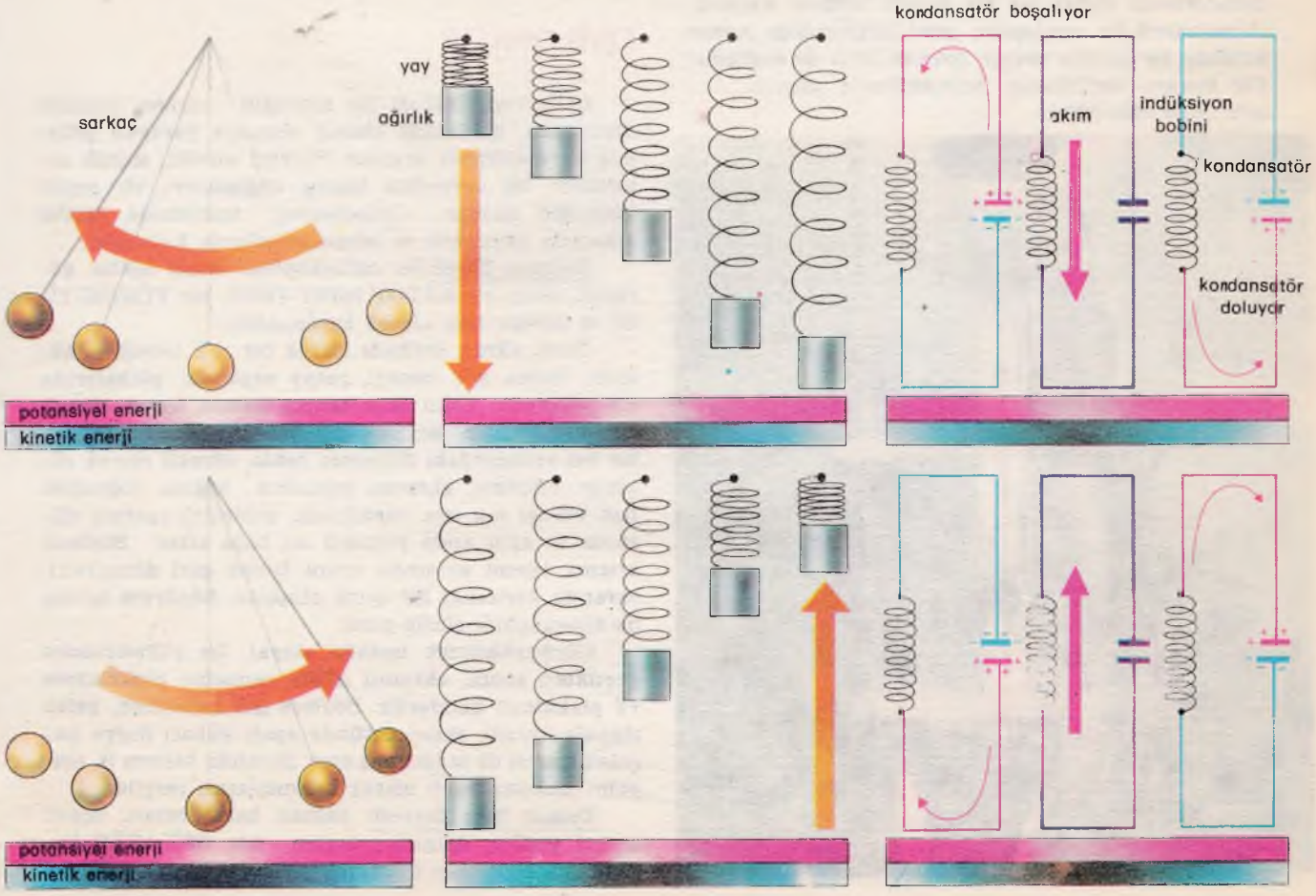
Bir kare dalga osilatörü yapmak için, bir yükseltici çıkışını (giriş ve çıkış sinyalleri arasında 180°'lik faz kayması olan), bir kondansatöre, kondansatörü de ikinci bir yükselticiye ve yeniden bir kondansatöre bağlamak gerekir. İkinci kondansatörse, birinci yükselticinin girişine bağlanır. Birinci yükselticiye giren küçük bir sinyal, iki yükselticide de yükseltilir ve yeniden asıl sinyali besler. İşlem böylece sürüp gider. Sonuçta, bir tür çığ olayı ortaya çıkar. Başka bir deyişle, birinci yükseltici açık kaldığı halde, geri besleme yükselticisi kapanmış olur.

Devrenin zaman değişmezine bağlı bir süre sonunda kondansatörlerdeki gerilimin değişmesi, ikinci bir çığ olayına neden olur. Bunun sonucunda, birinci yükseltici kapalı duruma geçerken, geri besleme yükselticisi yeniden çalışır. Devrenin zaman faktörüne bağlı bir süreden sonra, birinci yükseltici yeniden çalışır; ikincisiyse kapalı olur. Bu işlem sürekli yinelenir. Sonuçta, ilk yükselticinin çıkışından, bir dizi kare dalga elde edilir. Kare dalga üreteçleri, TELEVİZYON'larda, BİLGİSAYARLAR'da ve RADAR'larda uygulama alanı bulurlar.

Öte yandan, büyük genlikli ve sürekliliği salınım peryoduna oranla çok küçük (mikrosaniye ile milisaniye arası) olan üçgen sinyallere de gereksinim duyulur. Bu tür uygulamalarda, mültivibratör yerine, bloklama osilatörleri kullanılır (özellikle transformatörün sağladığı kazanç ile hızlı açıp kapama oluşturan geri besleme sinyalinin aynı fazda olduğu durumlarda). Sinyalin boyu ve yinelenme peryodu, transformatör özellikleri ile devredeki kondansatör ve dirençlerin değerine bağlıdır. Uygulama alanları olarak, televizyonlardaki düşey saptırma devreleri, frekans bölücüleri ve radar ile osiloskoplardaki zamanlama devreleri sayılabilir.

Yalın testere dişi biçimli dalga üreten osilatörler, bir gerilim kaynağıyla beslenen bir kondansatörün, direnç yoluyla yüklendikten sonra apansız boşaltılmasıyla çalışır. Testere dişi biçimindeki salınımlar, kondansatörün iki ucu arasında oluşur. Kondansatörü yükleyen gerilim değeri, güç kaynağındaki gerilimin onda birinden az olduğu sürece, testere dişi dalgalar, aşağı yukarı doğrusaldır. Dalganın peryodu, kondan-

Salınımlar sırasında enerji biçim değiştirir. (altta) Sarkaç ve yaylarda, hareketin kinetik enerjisi, potansiyel enerjiyle yer değiştirir. Elektrikli osilatörlerde, magnetik alandaki enerji, kondansatörlerde depolanmış yüklerle yer değiştirir.



satörün ya da direncin değerinin ve kondansatöre uygulanan gerilimin değiştirilmesiyle ayarlanabilir.

Yukarda tanımlanan yalın düzenlemede, güç kaynağı geriliminin, yükleme sırasında kondansatörde artan gerilime karşı koyması yüzünden, direnç üstündeki yükleme akımı azalır. Sonuçta, belli bir aralıkta kondansatör hiç dolmayacağından, testere dişi biçimindeki dalganın doğrusallığı bozulur. Sorun, kondansatörün değişmez bir gerilim kaynağı yerine, değişmez bir akım kaynağından beslenmesiyle çözülür. Böylece (kondansatör gerilimine bağlı olmaksızın), kondansatöre giden akım değişmeden kalır.

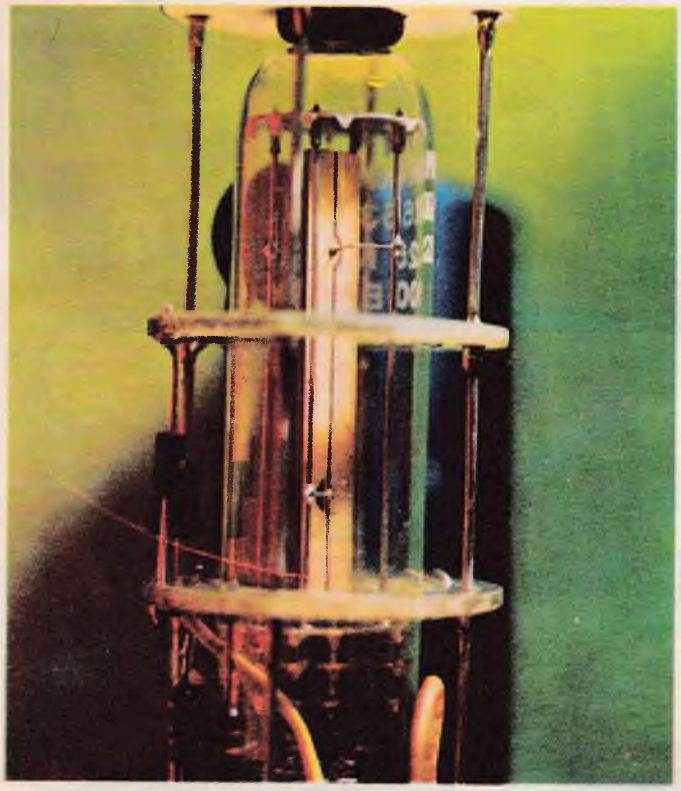
Testere dişi biçiminde dalga üreten osilatörler, zaman temeli olarak, radar, televizyon, OSİLOSKOP, bilgisayar, modülasyon ve zaman ölçme aygıtlarında uygulama alanı bulurlar.

Mikrodalga osilatörleri: 1 000 MHz'den daha yüksek frekanslarda, vakum tüpleri ve rezonans devreleri yetersiz kalırlar. Bu yüzden, MİKRODALGA parçaları ve donanımları çok farklı biçimler kazanırlar. Sözgelimi, direnç yerine söndürücü, LC devresi yerine rezonatör, bağlantı kabloları yerine de dalgagüdücü kullanılır. Oyuk (kavite) magnetronu, silindir biçimli bir anotla çevrili bir katottan oluşur. Anodun iç yüzünde rezonans oyukları bulunur. Katottan anoda doğru yol alan elektronlar, birbirine dik elektrik ve magnetik alanlar arasından geçerken, rezonatör yarıklarının oluşturduğu alanla etkileşime girip, oyuklarda oluşan salınımları sürdürmek için enerjilerinin bir bölümünü bırakırlar. Oyuklardan herhangi birinden, küçük bir bağlantı yardımıyla çıkış alınabilir.

Mikrodalga osilatörlerinin kullanım alanı geniştir. Bunlar arasında, radyo, gökbilim, haberleşme, televizyon röle istasyonları, radar, gemicilik, hattâ mikrodalga mutfak ocakları sayılabilir. Son yıllarda, «*Gunn aygıtı*» adı verilen ikikutuplu bir yarıiletken geliştirilmiştir. Bu öğe, mikrodalga osilatörlerinde kullanılmaktadır. Yarıiletken, temelde n-tipi galyum arsenür billurundan oluşur. Kutuplara düşük bir doğru gerilim bağlandığı zaman, devreden, üst üste binmiş akım sinyalleri biçiminde bir doğru akım geçer. Bu akım sinyalleri, 10^{-10} saniyelik aralarla ortaya çıkar ve bir oyuk ya da dalgagüdücü rezonatörü içinde salınım indüklemede kullanılırlar. Sinyallerin frekansı n-tipi galyumun kalınlığına bağlıdır.

Çok yüksek mikrodalga frekansları elde etmek için, rezonans oyuklarının ve dalgagüdücülerin boyutlarının çok küçük olması gerekir. Günümüzde frekans sınırı 300 000 MHz dolayında tutulabilmektedir. Ancak, nükleer teknikler ve mazer (Bk. LAZER ve MAZER), bu sınırların da üstüne çıkmaya olanak vermiştir.

Osilatörlerde kullanılan bir kuvars billuru. Kuvars, piezoelektrik bir maddedir; yani sıkıştırıldığı zaman üstünde bir gerilim oluşur (bunun tersi de doğrudur). Söz konusu özelliklerin birleştirilmesi sonucu, salınımlar elde edilir.



OSİLOSKOP

Osiloskop, fiziksel bir niceliğin zaman içindeki değişimini, görüntülü olarak vermeye yarayan gelişmiş bir elektronik aygıttır. Fiziksel nicelik, sismik salınımlar, bir devredeki basınç değişimleri, vb. çeşitli türlerden olabilir. Osiloskoplar, endüstride, eğitim amacıyla okullarda ve laboratuvarlarda kullanılır.

Çalışma ilkesi: Bir osiloskoptaki temel öğeler, görüntü veren bir KATOT IŞINI TÜPÜ, bir YÜKSELTİCİ ve *zaman bazı* olarak sıralanabilir.

Önce, ekran üstünde küçük bir ışık beneği odaklanır. Sonra ışık beneği, yatay saptırma plakalarına (*X* plakaları) bağlı olan zaman bazına uygun olarak hareket ettirilir. Böylece ışık beneği, ekranı, seçilen bir hız aralığındaki değişmez hızda, sürekli olarak süpürür. Hareket, ekranın solundan sağına doğrudur. Işık beneği sağ uca vardığında, şiddetini apansız düşürür ve aynı anda yeniden sol başa atlar. Böylece, atlama işlemi arasında (yani benek geri dönerken), ekranda herhangi bir ışıma oluşmaz. Süpürme işlemi, bu düzen içinde sürüp gider.

Görüntülenmek istenen sinyal, bir yükselticiden geçtikten sonra, ekranın düşey saptırma plakalarına (*Y* plakaları) gönderilir. Böylece ışık beneğinin, gelen sinyale uyarak ekran üstünde aşağı-yukarı doğru hareket etmesi de sağlanmış olur. Ekranda beliren iz, sinyalin zamana bağlı olarak salınımlarını sergiler.

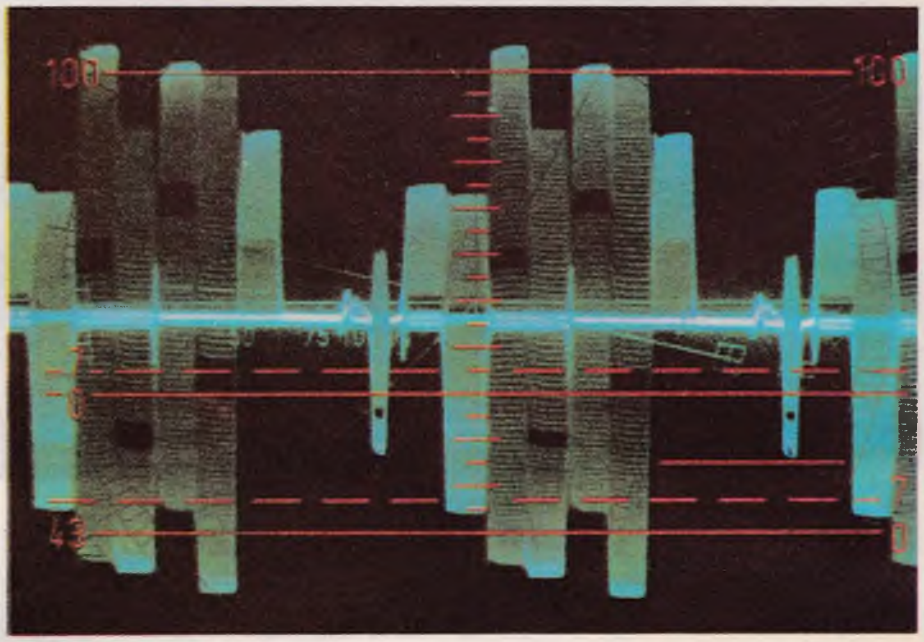
Zaman bazı devresi: Zaman bazı devresi, üçgen biçimi gerilim dalgaları üreten bir OSİLATÖR'dür. Bu dalga biçiminin eğimi değişmez olmalı, yani zama-

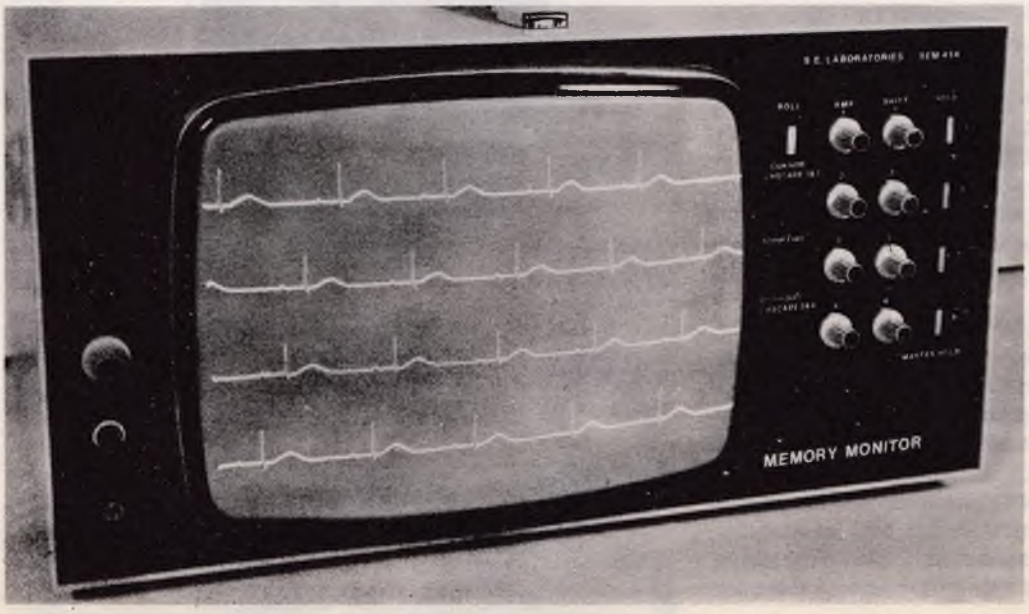
na bağlı olarak doğrusal biçimde artmalıdır. Sinyal *X* plakalarına gönderilince, plakalar arasında doğrusal olarak artan bir elektrik alanı oluşur. Dolayısıyle, elektronlar da çizgisel olarak, ekran üstünde soldan sağa doğru hareket ederler.

Testere dişi biçimli dalga üreten osilatörün yineleme hızı denetlenerek, yatay süpürmenin, gözlenen sinyalin tipine uyması sağlanır. Sinyal peryodik olmadığı zaman, yalnızca tek süpürme gerekir. Birden çok süpürme olursa, görüntü, netliğini yitirip, karmaşık bir yapı kazanır. Peryodik olmayan sinyallerin çözümlenmesi için, görüntünün yeterli bir süre (genellikle bir saniye) ekranda kalması istenir ve bu nedenle ekrana, uygun bir madde sürülür.

Peryodik yapıdaki sinyaller (sürekli olarak art arda yinelenen bir biçim), zaman bazı devresinin sağladığı süpürmeyle *eşzamanlanır*.

Eşzamanlama: Eşzamanlama olmadan, sinyalin hızı zaman bazına tam olarak uydurulamaz. Oluşan sinyal sürekli olarak ekran üstünde kayacağından, gözlenmesi çok güçleşir. Söz konusu güçlüğün üstesinden gelme amacıyla, zaman bazına bir eşzamanlama devresi eklenmiştir. Eşzamanlama devresi, sinyalin belirli bir noktasında bir itki oluşturur. Bu itki, zaman bazı devresini, bir tek süpürme yapacak biçimde tetikler. Süpürmenin sonunda zaman bazı, eşzamanlama devresinden yeni bir itki alana kadar bekler. Zaman bazı, sinyalin her yinelenmesi sırasında aynı nokta

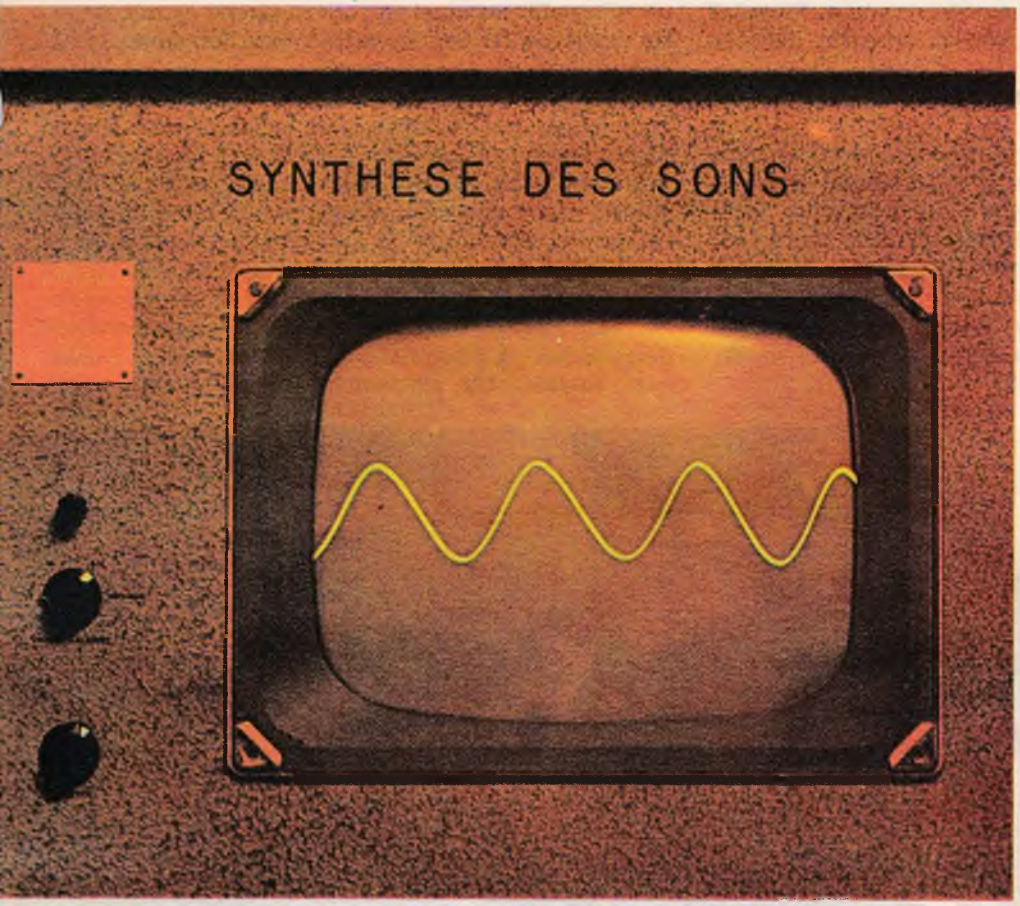




Resimdeki (üstte solda) Lissajous şekli, iki sinüs dalgası kullanılarak elde edilmiştir. Bunlardan düşey plakaya giden, yatay plakaya gidenin yarı frekansındadır.

Osiloskoplara çoğunlukla ışıklı ölçekler takılır. (üstte sağda) Dalga biçimlerini kolayca ölçmeyi sağlayan bu ölçeklerin aydınlatma şiddetleri, değişik olabilir.

Çok kanallı bir osiloskop, bir sistemin farklı bölümlerinden gelen dalga biçimlerini, eşzamanlı olarak görüntüleyebilir. (solda) Bu osiloskopta bir de hafıza bölümü vardır.



Seslerin birleştirilmesinde kullanılan bu osiloskop ekranında,sinüs biçimli bir dalga görülmektedir.(üstte)

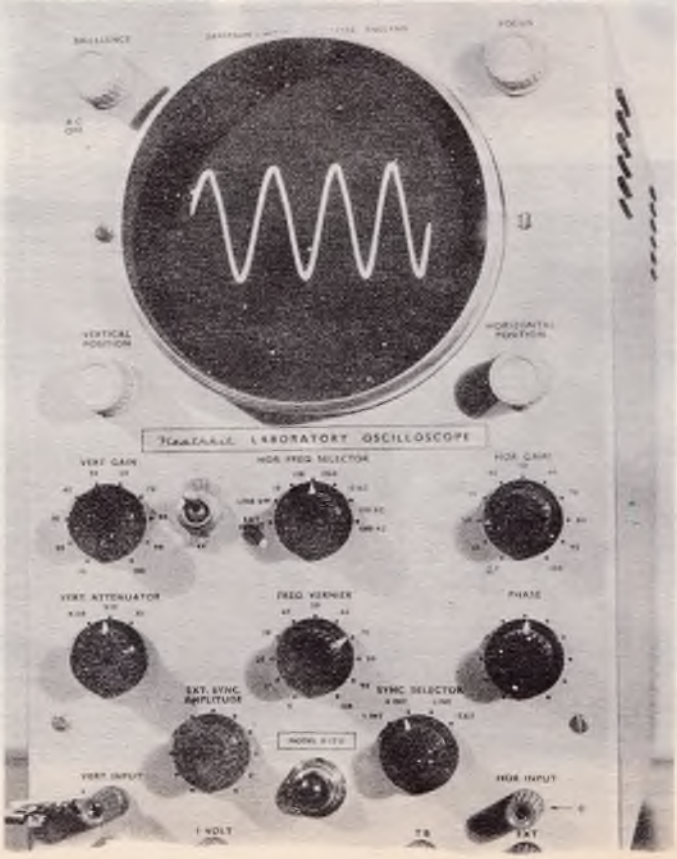
Giriş sinyal yükselticisi, geciktirme devresi, eşzamanlama tetiklemesi, zaman bazı üreteci ve katot ışını tüpüyle bir osiloskop çizimi. (sağda) Zaman bazı devresinin, sinyal girişiyle her zaman eşzamanlı olması gerekir. Bunun tersi, ekrandaki görüntünün kaymasına yolaçacağından, gözlem ve ölçme işlemleri çok güçleşir. İki bağımsız izin görüntülenmesi için, osiloskopta gecikme hattı bulunmalıdır. İzlerden biri geciktirilerek, gerekli karşılaştırmalara olanak sağlanır. Hafızalı (saklamalı) osiloskoplarda, izi uzun süre görüntüde tutabilme olanağı vardır. Bu, izin geçtiği bölgenin artı yüklü duruma sokulmasıyla sağlanır. Ekran, düşük enerjili elektron akımına uğratıldığında, artı yüklü bölümler, daha çok elektron çekeceklerinden parlak bir görünüm kazanırlar.

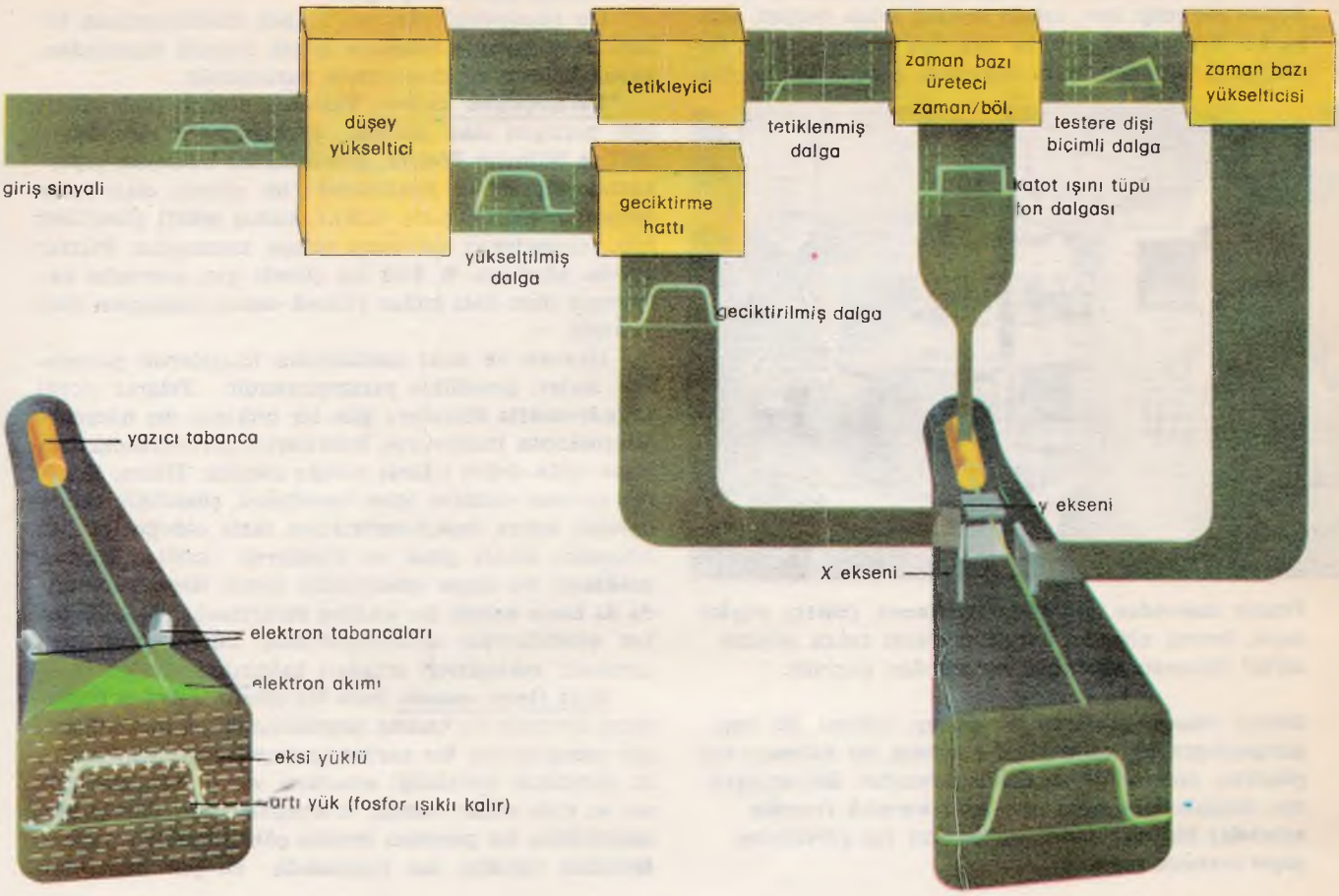
tarafından tetiklendiği için, görüntü kararlıdır, kayma göstermez.

Biçimleme: Bazen, karşılaştırma amacıyla, aynı anda birden çok sinyalin görüntülenmesi gerekebilir. Bunu sağlamanın yollarından biri, her sinyali, kendi süpürme zamanı içinde yönetecek ve iki ayrı düşey sapmayı denetleyecek uygun bir devrenin seçilmesidir. Katot ışını tüpünün görüntüyü ekran üstünde tutabilme süresi uzun olduğu zaman, aynı anda iki sinyali de gözleme olanağı doğar. Başka bir yöntem de, hızla, bir sinyalden ötekine bağlanmaktır. Ne var ki, bu yöntem yalnızca, hızları bağlama hızından daha yavaş olan sinyaller için kullanılabilir.

Çok sayıda çizgi gerektiği zaman elektron demeti, gerekli sayıda ışın demetine başlangıçta ayrılır. Bu demetlerin tümü, aynı zaman bazı devresince denetlenir ve ekran birlikte süpürülür. Bu tür çağdaş osiloskoplarda, yukarı doğru dört ayrı «iz» görüntülenebilir.

Bazı osiloskoplardaysa, depolama sistemleriyle, istenen «iz»in sonradan görüntülenmesi sağlanır. Depolama için uygulanan yöntemlerden biri, *elektrostatik saklama tüpüyle* gerçekleştirilir. Ekran üstünde hareket eden asıl iz, geçmiş olduğu yerlerdeki floresan





Osiloskopun denetim panosu. (solda) Görüntülenecek sinyal, düşey girişe (resmin alt sol köşesinde) gönderilir. Genliği, «düşey ince ayar» ve «düşey kazanç»la denetlenir. Zaman bazının frekansı, yatay «frekans seçici»yle kabaca, «frekans verniyesi»yle de duyarlı olarak ayarlanır. Zaman bazının sinyalle eşzamanlanması, «dış zamanlama»yla ve «zamanlama seçicisi»yle yapılır. Geri kalan denetleme düğmeleriyse, parlaklık, odaklama ve konumun seçimi için kullanılır.

...artı yüklü duruma getirir. Katot ışını tüpü içine yerleştirilen bir elektron tabancası, asıl iz görüntülenmek istendiğinde, ekranı düşük enerjili elektron demetiyle tarar. Artı yüklü olarak kalmış bölgeler daha çok elektron çekeceklerinden, ekranın öteki bölümlerine göre daha çok parlarlar. Böylece, görüntü elde edilir. İz, yüksek enerjili demetler kullanılarak, istendiği zaman silinebilir. Değişken duyarlıkta floresan malzemeler kullanmak gibi, başka saklama teknikleri de vardır.

Lissajous şekilleri: Genellikle osiloskoplarda, *X* plakası için ayrı bir giriş ucu daha bulunur. Zaman devresi aradan çıkarılıp, yatay plakalara bir dış sinyal uygulanır. Birbirine bağlı iki sinyal *X* ve *Y* plakalarına gönderildiğinde, *Lissajous şekilleri* elde edilir. Sözgelimi, aralarında 90°'lik faz farkı bulunan aynı frekanslı iki sinüs biçimli dalga, yukarda belirtilen biçimde uygulanırsa, ekran üstünde daire ya da elips *şekilleri* oluşur.

OSMOZ

Birbirinden geçirgen bir zarla ayrılmış, farklı derişiklikte iki çözeltinin bazı durumlarda yer değiştirdiği görülür. Çözücü molekülleri, zardan, çözünen maddenin moleküllerinden daha çabuk geçer. Sonuç olarak, çözücü, derişikliği az olan çözeltiden fazla olana geçeceğinden, iki çözeltinin derişikliği eşit olacaktır. Bu olaya osmoz (ya da *geçişme*) denir.

Osmoz, 1748 yılında Fransız fizikçi Abbé Jean Antoine Nollet tarafından bulundu. Nollet, bir cam borunun geniş ucunu parşömen kağıdıyla kaplayarak, boruyu, belli bir düzeye kadar sakaroz ve su çözeltisiyle doldurdu. Borunun parşömen kaplı ucu, içinde su bulunan bir kaba batırılınca, kap içindeki su molekülleri, parşömenden, sakaroz moleküllerinden daha hızlı geçtiği için, cam borudaki çözeltinin düzeyi yükseldi. Cam borudaki çözeltinin düzeyini, sonradan *osmoz basıncı* (ya da *geçişme basıncı*) adı verilen, *hidrostatik basınç* yükseltiyordu. Osmoz basıncı, zardan geçen suyun ortaya çıkardığı basıncın ölçüsüydü. Nollet'nin

deneyindeki parşömen, sakaroz moleküllerini de bir ölçüde geçirdiği için, osmoz basıncı kalıcı değildi. Başka bir deyişle, çözeltilerin birbirine geçmesiyle bu basınç değiştiğinden, cam borudaki çözelti ile kaptaki su, sonunda aynı düzeye geldi.

Peynir suyundan proteinin ayrılması. (üstte) Peynir suyu, basınç altında, içinde proteini tutan selüloz zarlar bulunan gözenekli borulardan geçirilir.

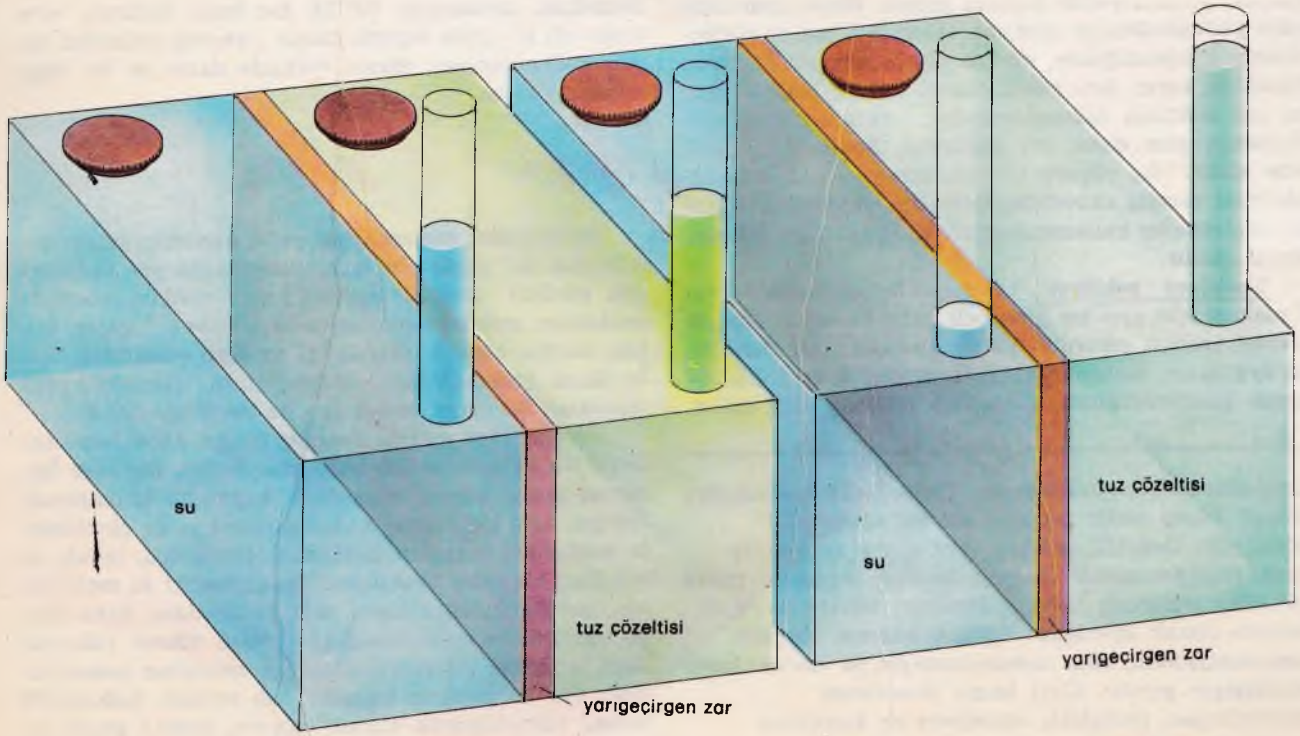
Osmoz olayını gösteren bir deney. (altta) Bir kap, yarıgeçirgen bir zarla ikiye ayrılmış, bir bölmeye tuz çözeltisi, ötekine de su doldurulmuştur. Başlangıçta sıvı düzeylerinin aynı olmasına karşılık (resmin solunda) bir süre sonra su, zardan tuz çözeltisine geçer (resmin sağında).

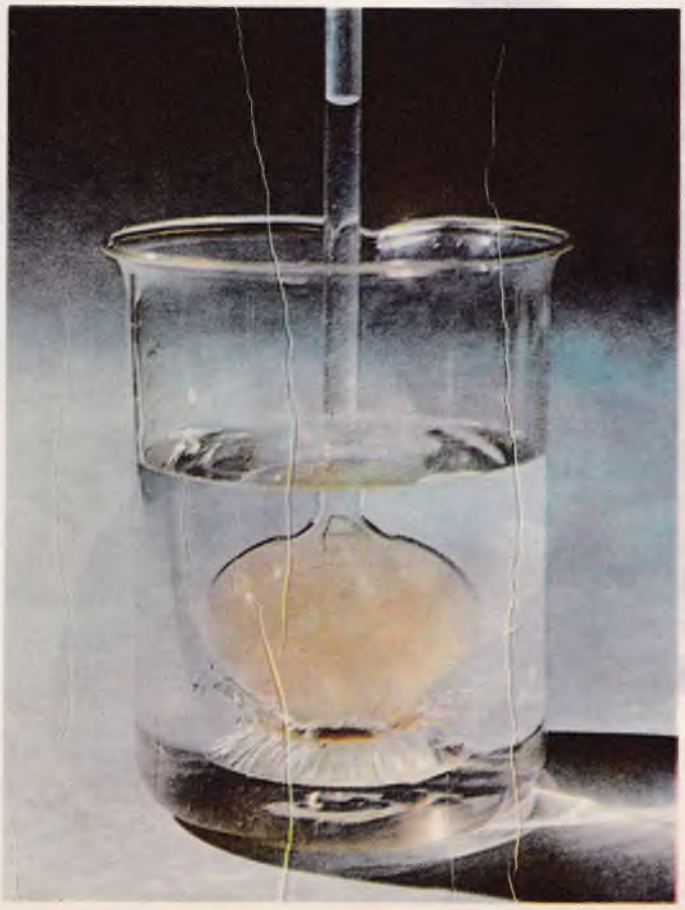
Bir çözeltideki çözünen madde moleküllerinin bir zardan geçmesine «*diyaliz*» denir. Diyaliz sürecinden, yapay böbrek makinalarında yararlanılır.

Yarıgeçirgen zarlar: Yalnızca çözücü molekülleri için geçirgen olan zarlara «*yarıgeçirgen zar*» denir. 1877'de Wilhelm Pfeffer, gözenekli bir hücrenin çeperlerinde oluşan ve jelatinimsi bir çökelti olan *bakır ferrosiyanür*ün ($Cu_2Fe\ [CN]_6$), kamış şekeri çözeltileri için yarıgeçirgen olduğunu ortaya koymuştur. Pfeffer ayrıca, ağırlıkça % 6'lık bir çözelti için, atmosfer basıncının dört katı kadar yüksek osmoz basınçları elde etmiştir.

Hayvan ve bitki dokularının hücrelerini çevreleyen zarlar, genellikle yarıgeçirgendir. Telgraf çiçeği *(Tradescantia Discolor)* gibi bir bitkinin dış hücreleri mikroskopta incelenirse, hücrelerin, çevrelerindeki selüloz kılıfa doğru itilmiş olduğu görülür. Hücre, % 7,5'luk sakaroz çözeltisi içine konulunca, çözeltinin osmoz basıncı, hücre özsuyununkinden fazla olduğu için, su hücreden dışarı çıkar ve büzülerek selüloz kılıftan uzaklaşır. Bu olaya «*plazmoliz*» denir. Reçel yapımında da buna benzer bir etkiden yararlanılır. % 68'lik şeker çözeltileriyle mikroorganizma hücrelerinin suyu alınarak, etkinlikleri ortadan kaldırılır.

Geri (ters) osmoz: Sulu bir çözeltiye osmoz basıncının üstünde bir basınç uygulanarak, su moleküllerinin yarıgeçirgen bir zardan geçmesi sağlanabilir. Sulu çözeltinin derişikliği artarken, zarın öteki yanında arı su elde edilir. Zarlar, *zirkonyum oksit* (ZrO_2) gibi maddelerin bir porselen üstüne çökeltilmesiyle yapılır. Bununla birlikte, zar yapımında en çok kullanılan





Tuz gidermede kullanılan bir ters osmoz aygıtının, içinde zar bulunan borularından, arı suyun çıkışı. (solda üstte)

Su, borunun geniş ucundaki zardan osmoz yoluyla geçerken, dar bölümündeki şeker çözeltisi düzeyinin yükselmesi. (solda altta)

madde, *selüloz asetat*tır. Bu tür bir zar ilk kez, tuzlu suyun tuzunun giderilmesi için geliştirilmiştir. Kağıtla pekiştirilmiş 0,04-0,09 mm'lik geçirgen bir alt maddeyle desteklenen 0,0001-0,0003 mm kalınlığındaki zarda, angströmün (0,0 000 001 mm) yirmi-otuzda biri büyüklükte delikler vardır. Zarın her metre karesinde, saatte 102 litre su akış hızı sağlanabilir.

Selüloz asetat zarları 4°C-60°C sıcaklıklarda kullanılabilirler. Biyolojik maddelerin ya da besin maddelerinin derişikliğinin artırılmasında kullanılacakları zaman, mikroptan arındırılmaları gerekir. Ters osmozun önemli bir kullanım alanı da, peynir suyu derişikliğinin ayarlanmasıdır. Yaklaşık % 7 oranında çözünmüş katı maddeler içeren sütün sulu bölümünde, % 30 oranında besleyici madde yok olur. Bu katı maddeler daha çok laktozdan oluşur. Ayrıca, % 5-1 kadar protein, yaklaşık % 1 laktik asit ve çeşitli tuzlar da vardır. Peynir suyu önce proteinleri tutan bir gevşek zardan, sonra da laktozun alındığı sıkı bir zardan geçirilir. Su ve çözünmemiş tuzların bir bölümü, zardan geçtikten sonra atılır. Bu işlemle hem besin değeri yüksek bir yiyecek kaynağı elde edilir, hem de peynir suyu temizlenmiş olur.

Osmoz yoluyla suyun alınması: Son yıllarda meyvelerin saklanması için yeni yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerde, osmozla su giderme işleminin yanı sıra, vakumda ya da dondurarak kurutma işlemleri kullanılır. Yöntem, enzimlerin etkinliğini gidermek için, kabukları soyulmuş elma dilimlerine uygulanmış ve iyi sonuç alınmıştır. Elma dilimleri 60-65°C sıcaklıkta, ağırlıkça yaklaşık % 70 derişiklikte olan sakarozlu suya batırılır. Meyve yüzeyinde sulanma olmaması için, şurup, bir pompayla karıştırılır. Böylece, osmoz basıncının değişmemesi de sağlanmış olur. Yaklaşık 4-6 saat sonra, osmoz yoluyla suyu çıkan meyve, ağırlığının % 40'ını yitirir. Bu süreç tamamlanınca, sakarozu uzaklaştırmak için meyveler yıkanır. Bir vakum fırınında, 60°C'ta son kurutma yapılır.

OTOJİR

Otojir, yatay olarak dönen rotor yardımıyla havalanabilen, havadan daha ağır bir uçuş aracıdır. Rotor, motorun üstünde yeralır.

Otojirin HELİKOPTER'den farkı, rotorun, içinden geçen havayla döndürülmesidir (bu ilkeye «*otorotasyon*» adı verilir). Helikopterdeyse rotor, havanın içinde yukarı doğru dönen bir vida gibi, belirli bir *pala açısı* altında, mekanik olarak çalışır.

Yeni tip küçük otojirlere bir örnek olan Wallis WA-116. (alttaki iki resim) Dört silindirli motoru olan bu aracın ağırlığı yalnızca 115 kg kadardır. Küçük resimde, hava akımına karşıt yönde hareket ederken öteki yandaki paladan daha çok kaldırma kuvveti oluşturan rotor palasının, yukarı doğru eğilerek kazandığı enerjiyi, öteki yanda dönerken eski konumuna inerek serbest bırakması görülmektedir. Eğilme özelliği, rotorun iki yanı arasındaki kaldırma gücü farkını dengeler. Palalar eğilmeseydi, otojir ileri doğru harekete başlar başlamaz bir yana devrilirdi.

Otojirin yükselmesi için, ileri doğru hareket etmesini sağlayan bir motora ve bir pervaneye gerek vardır. İleri doğru hareket sağlandıktan sonra, havalandırıcı rotor hafifçe arkaya doğru eğilir ve hava, rotorun içinden geçerek yükselir. Böylece rotor, otojiri havaya yükseltir.

Yalın otojirler, helikopterler gibi dikey olarak yükselmezler. Yükselebilmeleri için, önce ileri doğru hız kazanmaları gerekir.

Otorotasyon: Rotorun hareketi ve oluşturduğu kaldırma gücü, doğrudan doğruya, aracın ileri hareketi sonucu ortaya çıkan hava akımının hafifçe eğimli rotor palaları arasından yukarı doğru akışıyla gerçekleşen otorotasyona bağlıdır.

Otorotasyon ilkesi doğada, milyonlarca yıldır akçaağaç tohumlarının dökülmesinde izlenmektedir. Akçaağaç tohumları, yere düşüşleri otorotasyon sonucu yavaşladığı için, rüzgarla geniş bir alana yayılırlar.

İnsanların otorotasyondan yararlanarak yaptıkları ilk buluş YEL DEĞİRMENİ'dir. Yel değirmeninde dönme hareketi, rüzgarla yaratılır. Dönen kanatların oluşturduğu rüzgarla uçan bir araç yapmak, birçok bi-

lim adamının düşlerini süslemiş, aynı düşünceye, Leonardo da Vinci'nin çizimleri arasında raslanmıştır. Ne var ki, bu türden bir araç, AEROFOİL ile bu sistemi içine alacak uçak gövdesinin geliştirilmesinden önce gerçekleşememiştir.

Yel değirmeni, tersine çalışan bir pervanedir. Kanatların üstünden geçen hava, kanatlara çarpıp yönünü değiştirirken, kanatları da ileri iten bir kuvvet uygular. Böylece kanatlar rüzgara uyarak dönmeye başlar.

Rüzgara karşı çok dar bir açı oluşturacak biçimde yerleştirilen kanatların, hava akışına karşı dönerek rüzgarın içine doğru çekildiği, Ortaçağ'dan beri bilinmektedir. Bu ilke, yelkenleri rüzgara karşı küçük bir açı oluşturacak biçimde ayarlanan yelkenli bir geminin, rüzgara doğru «orsalaması», yani rüzgara karşı hareket etmesi örneğinde görülebilir. PLANÖR de aynı biçimde, havanın içinde alçalırken ileri doğru hareket eder.

Otojir rotorunun palaları, aynı etkiyi sağlama amacıyla, yatay düzlemle 3 derece kadar açı yapacak biçimde yerleştirilir. Palalar, havanın itmesiyle dönmekten çok, hava akışına uyacak biçimde yapılır.

Rotor hızlı döndüğü zaman, palaların havanın yukarı akışına gösterdikleri direnç büyür. Kaldırma kuvvetini sağlayan, bu güçtür. Kaldırma kuvveti, rotorun hızı ile dönen palaların gösterdiği direnç arasındaki uygunluğa bağlıdır. Uygulamada, istenen kaldırma kuvveti ancak, palaların hızı, aracın hızından çok daha büyük olduğu zaman elde edilir.

Havalanma: Aracın havalanması için, rotorun yeterli kaldırma gücünü sağlaması, bu yüzden de gerekli hıza ulaşması gerekir. Havalanma iki biçimde sağlanır. Birinci ve en yalın yol, aracı ileri doğru hareket ettirmek ve rotor sistemini geri doğru eğerek, palaların arasından geçen havanın rotora hız kazandırmasını sağlamaktır. Ne var ki bu yöntem, uzun bir pist gerektirir. İkinci yöntemse, daha karmaşık araç

Kellett K-3 tipi bu otojir, Amiral Byrd'ün, 1933'teki ikinci Güney Kutbu seferine götürülmüştü. Resimde (altta), sefere katılan pilot William S. McCormick, pilot koltuğunda görülmektedir.

ve gereçlerle çalışmakla birlikte, çok kısa mesafelerde havalanma olanağı sağlar. İkinci yöntemde rotor, ileri hareketi sağlayan motora bağlanarak hız kazanır. Rotorun hızı istenilen değere ulaşınca, bağlantı ayrılır ve araç ileri hareketine başlar. Rotor sistemi geriye doğru eğilerek, araç havalandırılır. Bazı otojirler, rotora gerektiğinden fazla hız verilmesiyle oransız kalkışa geçebilecek özelliktedir. Rotor aşırı hızlanınca, motorla bağlantısı kesilip, eğimi artırılır. Bu durumda araç, sıçrayarak havalanır ve taşıdığı enerjiyi kullanarak otorotasyonu sürdürür.

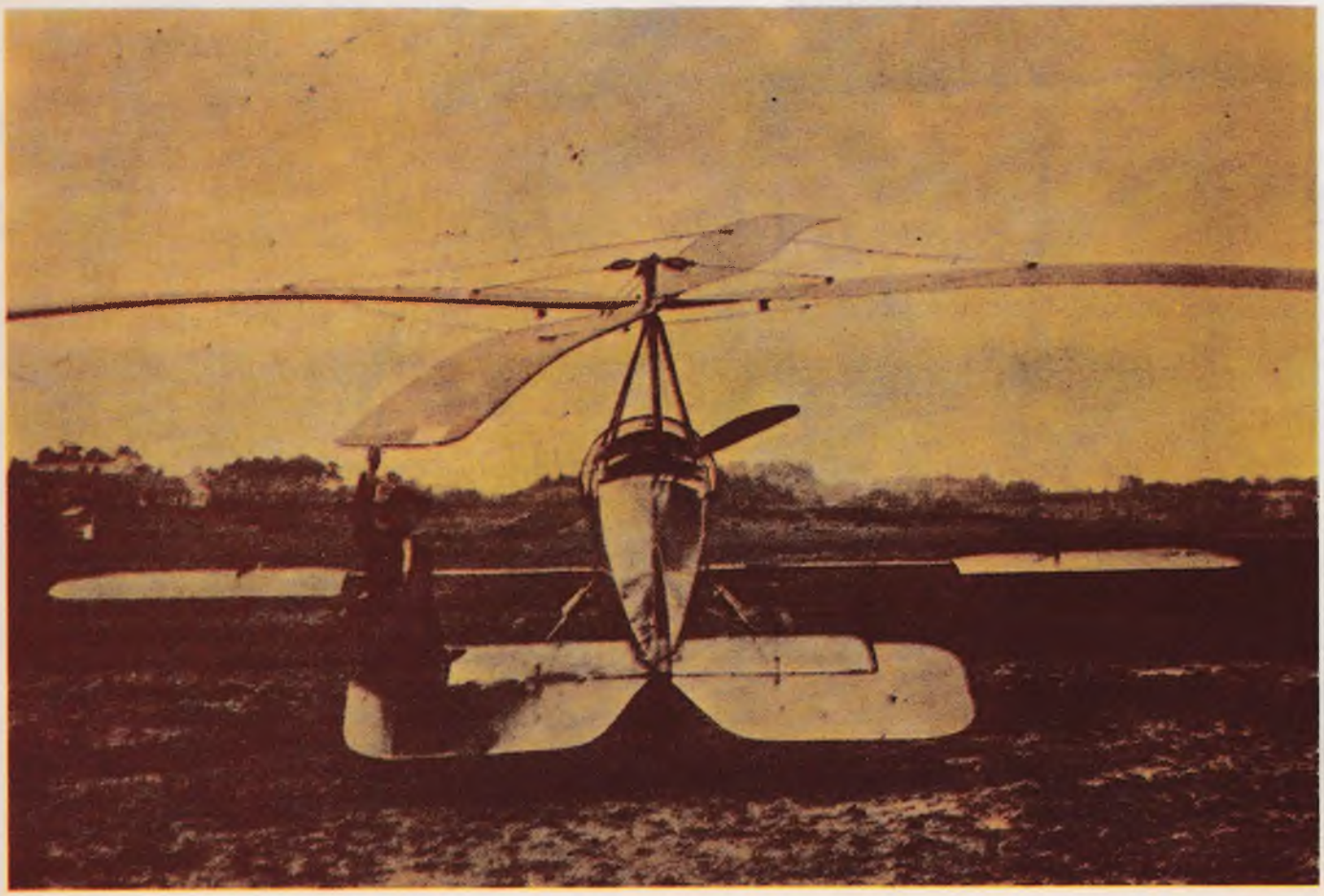
İniş: Motorun ve pervanenin hızı azalınca, araç yavaşlayıp inişe geçer. Rotorun içinden geçen hava hâlâ motorla aynı hızda olduğundan, otorotasyon ilkesi geçerliliğini yitirmez. Bu yüzden, aracın yüksekliğini korumasına yetmese bile, hızla düşmesini engelleyecek kadar kaldırma kuvveti bulunur. Pervane dursa bile, otojir, ileri doğru olan hareketindeki yavaşlamayla birlikte, güvenle yere inebilir.

Söz konusu özelliği nedeniyle otojir, helikopterden daha güvenlidir. Helikopterde motor durduğu zaman, rotor palalarının «hücum açısı» (11 derece kadar), rotorun hemen durmasına yolaçarak kazalara neden olur. Rotorun durması için pilot, palaların eğimini azaltarak, güvenli bir iniş için gereken otorotasyonu sağlayacak açıyı ayarlamak zorundadır. Ama bu işlem sırasında araç, önemli oranda yükseklik yitirebilir.

Dengesizlik sorunlarının çözülmesi: Juan de la Cierva tarafından yapılan ilk başarılı otojir, 9 Ocak 1923'te Madrid yakınlarında Getafe havaalanından uçuruldu. Bu araç, Cierva'nın geliştirdiği dördüncü modeldi. İlk üç modelde, tehlikeli bir ters dönme eğilimi görülmüştü.

Dengesizliğin nedeni, hareketsiz palalı rotorların kullanılmasıydı. Araç ileri doğru hareket ederken, hava akımının karşıt yönünde hareket eden palaya, aracın öteki yanında hava akımı yönünde giden paladan daha çok kaldırma kuvveti etkiyordu. Hareketsiz palalı rotorlarda, araca iletilen bu dengesizlik, yana doğru devrilme eğilimi doğuruyordu. Cierva, dengesizliği ortadan kaldırma amacıyla, ortadaki mile menteşelerle bağlanan palalar kullandı. Böylece dengesizlik, araca iletilmeyip, palaların hareketiyle karşılanıyordu. Her palanın bağlantı yerinde iki menteşe vardı. Bunlardan «*flap menteşesi*» denilen, palanın yukarı - aşağı hareketini sağlıyor, «*sürükleme menteşesi*» adı verilen öteki menteşeyse, yana doğru hareket olanağı veriyordu.

Juan de la Cierva, ilk yaptığı otojirlerden birinin önünde. (altta) Kanada benzeyen yapılar, rotorları bütünüyle denetim altına alınmayan bu otojirlerde zorunlu olarak bulunan kanatçıklardır.



Otojirin (ya da helikopterin) rotoru, aracın ağırlığım kendi başına taşıyacak kadar güçlü değildir. Çok büyük olan merkezkaç kuvvet, rotorların, düz sayılabilecek bir iz üstünde hareket etmesini sağlar. Aracın bütün ağırlığı, palaları dönen mile birleştiren menteşelere etkir.

Değişik modeller: Otojir, helikopterin geliştirilmesini sağlamıştır. 1920 ve 1930 yıllarında gelişen otojirler üstünde yapılan değişiklikler, o sıralarda yeni olan dikey havalanma ve inme özelliğine yönelmiş (Bk. V/STOL UÇAKLAR), ama bu özellik, daha sonraları helikopterlerin başlıca üstünlüğünü oluşturmuştur.

Yıllarca aşağı yukarı hiç görülmeyen otojirler, son yıllarda yeniden ilgi çekmeye başlamıştır. Yapı ve bakım yönünden önemli kolaylıklar sağlayan otojirlerin, belirli hızlarda dengeli ve etkili çalışma özellikleri taşımalarının, bunları bazı özel görevlerde yararlı kılması beklenmektedir.

OTOKLAV

Otoklav, hastanelerde aletlerin, sargıların, yatak takımlarının, lastik eldivenlerin, vb. mikroptan arındırılmasında kullanılan bir basınç kabıdır.

Genel olarak «mikrop» denilen söz konusu mikroorganizmalar, uzun süreli kuru ısıyla da öldürülebilirler. Ama içindekilere yüksek sıcaklıkta basınçlı ıslak buhar veren otoklavda, mikroptan arındırma, çok daha çabuk sağlanır. Yüksek basıncın mikroorganizmalar üstünde doğrudan etkisi yoktur; ama buharın, suyun kaynama noktasından oldukça yüksek bir sıcaklıkta kullanılmasına olanak verir. Mikroptan arındırılacak eşyaya değen buhar, ısısının bir bölümünü yitirerek yoğuşur. Ancak, otoklav içindeki eşya, buhar sıcaklığına eriştikten sonra, daha fazla yoğuşma olmaz. Sıcaklık çok yüksek olursa, kızgın ya da «kuru» buhar oluşacak ve eşyanın nemi buharlaşarak, işlem, verimsiz bir mikroptan arındırmayla sonuçlanacaktır. Bu nedenle, en elverişli koşulların sağlanması için, sıcaklık ve basıncın en uygun değerlerde tutulmasına özen göstermek gerekir.

Tipik bir otoklav, 6 m yüksekliğinde, 2 m çapında, büyük silindir biçimli bir basınç kabından oluşur. Silindirin ağzı, basınca dayanıklı bir kapakla kapatılır. Mikroptan arındırılacak eşya, buharın serbestçe dolaşmasını sağlayacak kaplara yerleştirilerek, bu kapaktan otoklava doldurulur. Hava dışarı pompalanarak, otoklav içinde vakuma yakın bir boşluk yaratılır. Ardından, bir başka kazandan aygıta buhar gönderilir. Bu yöntem, başka yoldan yeterli düzeyde iç sıcaklığa erişemeyecek olan gözenekli eşyanın içine buharın, aşağı yukarı birdenbire işlemesini sağlar. Gözeneksiz eşya mikroptan arındırılacağı zaman, vakum

Bir mikroptan arındırma biriminin boşaltılması. (üstte) İçinde bir örnek bulunan silisyum tüpünün, bir taşınabilir otoklavdan çıkarılması. (solda) 320°C sıcaklıkta ve yaklaşık 250 atmosfer basınçta çalışabilen bu otoklavda, tüpteki sıvıda bulunan örnek, bütünüyle erimiştir.

tekniği yerine, hava, buharla dışarı alınır. Büyük miktarda eşyanın mikroptan arındırılması söz konusu olduğunda, işlem zamanını kısaltma amacıyla, eşya, önceden buharla ısıtılır.

Basınç, istenilen sıcaklığa erişilinceye kadar yükseltilir. Sözgelimi, bir atmosferlik bir basınç 121°C sıcaklık sağlar. Bu değerlerin, mikroptan arındırma işleminin etkili olması için 15 dakika ya da daha çok sürdürülmesi gerekir. Otoklav kapağı, eşyanın, işlemin tamamlanmasından önce çıkarılmasını önleyen bir zamanlama aygıtıyla kilitlenir. Gerekli zaman geçince, buhar dışarı pompalanır ve otoklav soğumaya bırakılır. Soğuma, otoklav içindeki basıncın düşmesine yolaçar. Bu yüzden, kapak açılmadan önce, aygıta filtre edilmiş hava verilmesi gerekir.

Hastanelerde, genellikle silindir ceketli otoklavlar kullanılır. Mikroptan arındırma işlemi tamamlanınca, basınç kabının çevresindeki cekete yüksek sıcaklıkta buhar verilir. Böylece, aygıt içindeki eşyanın dışarı çıkarılmadan önce kurutulması sağlanır. Büyük birimler ve endüstri için, bütün işlem otomatikleştirilebilir. Mikroptan arındırılacak eşya, uygun kaplar içine önceden yerleştirilir, silindir biçimli bir arabaya yüklenir ve otomatik olarak otoklava sokulur. Mikroptan arındırma işlemi başlamadan önce, bir ters basınç kabı, araba üstüne iner ve bir contayla sıkıca kapanır. İşlem tamamlanınca basınç kabı yükselir ve kaplar arabayla dışarı çıkarılır. Otoklavlar, çekmeyi azaltmak için, sentetik kumaşların üretiminde de kullanılır. Bir tür otoklav da, kereste üretiminde, ağacın çürümeyi önleyici maddelerle işlenmesinde yararlı olur.

OTOMATİK DENETİM (endüstride)

Otomatik denetim (ya da otomasyon) insan tarafından yapılan denetimin yerine, robot tarafından yapılan denetimi geçirme sanatı diye tanımlanabilir. Otomatik denetim, makinalaşma (insanın üretim gücünün yerini makina üretiminin alması) sonucu ortaya çıkmıştır. Otomatik denetim, KAYNAK ve PETROL RAFİNERİSİ'nden, TAKIM TEZGÂHI'na ve posta sınıflama makinasına kadar değişen konulara uygulanan bir tekniktir. Yol trafiği, otel kayıtları, tıbbi muayeneler ve mühendislik planları da otomasyona uyarlanabilir. Gerçekte, otomasyonun gelişmekte olduğu belli başlı dört alan vardır: Hammadde üretimi ve işlenmesi; endüstri öğelerinin biçimlendirilmesi; dağıtım ve haberleşme; eğitim ve tıp ile birlikte sosyal bilimler.

Bu alanlarda kullanılan araç ve yöntemler, benzer ilkelere dayanır: İnsan tarafından yapılan denetim ve gözetimin yerine, etkili ve güvenilir bir otomatik işlem geçirme. Bu durum, otomatik sistemlere yapılan büyük yatırımlarla bir petrol rafinerisinin üç kişinin denetleyebileceği hale getirilmesi ve bir otomobilin üstündeki bütün kaynak işlemlerinin insan eli değmeden yapılabilmesi örneklerinde açıkça ortaya çıktığı gibi, endüstride özellikle belirgindir.

Her türlü işlem üstünde otomatik denetim kurmanın ilk adımı, insanın çeşitli psikolojik özelliklerinin yerine, bir otomatik robotun eşdeğer özelliklerini geçirmektir. Örnek olarak şu durum gösterilebilir: Isıt-

Bir petrol rafinerisinin denetim merkezi. (altta) Operatörler, rafine işleminin çeşitli noktalarından bilgisayarlar tarafından okunan akış hızı, sıcaklık ve basınç verilerini izlerler. İşlemde yapılacak olan herhangi bir değişiklik, bilgisayarlara bildirilir. Bilgisayarlar komutları otomatik olarak yerine getirirler.

ma sisteminin çok fazla çalıştığı bir odada oturan bir kişi, kısa bir süre sonra, elektrik sobasından ya da radyatörden verilen ısıyı kısmak için harekete geçecektir. Bu amaçla, ya bir düğmeyi belli bir miktar çevirecek ya da bir vanayı döndürerek ısı akışını azaltacaktır (ya da bir TERMOSTAT kullanılarak sıcaklık ayarlanabilir).

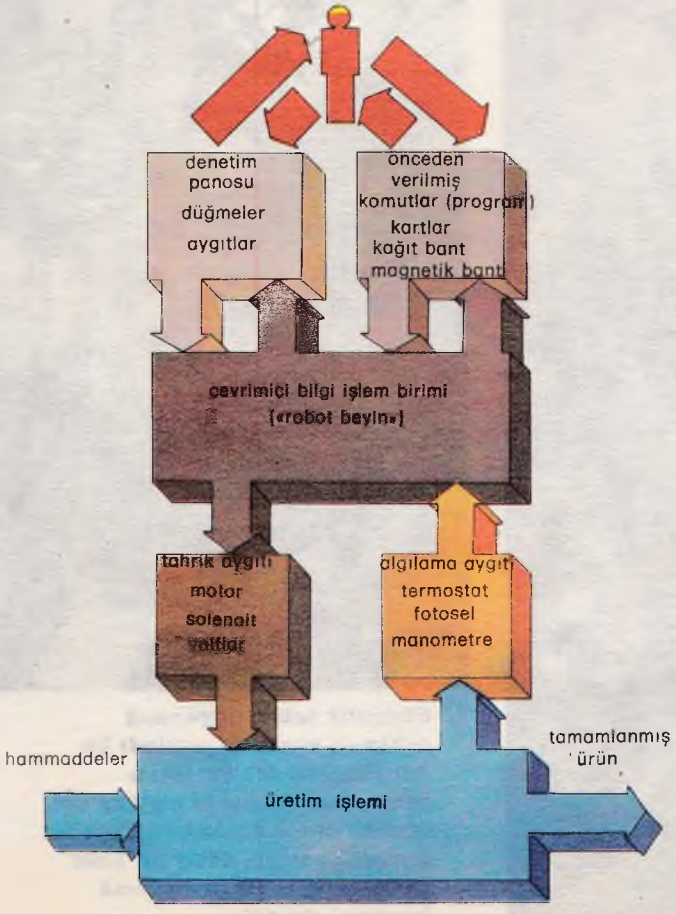
Termostat, bir tür «robot beyin»dir. Sıcaklıktaki değişiklikleri algılayarak, yeni sıcaklık ile göstergede ayarlanmış olan sıcaklığı karşılaştırabilir. Aradaki fark belli bir miktarı geçerse, termostat, ısıyı gereken ölçüde kısar ya da artırır. Genel olarak, herhangi bir otomatik denetim sistemi, altı temel özelliğe dayanır: *Malzeme; işlem; algılama aygıtı; çıkış aygıtı; genel program; robot beyin.* Termostatta temel özellikler şöyledir: Malzeme, elektrik ya da gazdır ; işlem, ısı çıkışıdır; algılama aygıtı, bir metal şerit gibi, sıcaklığa duyarlı pek çok aygıttan biri olabilir; çıkış aygıtı, algılama aygıtı tarafından çalıştırılan bir açma-kapama düğmesidir; genel program, ayarlı denetim düğmesidir; robot beyinse, denetim düğmesi, çıkış aygıtı ve algılama aygıtı arasındaki bağlantıdır.

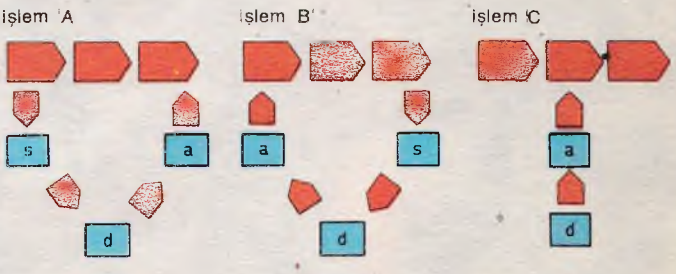
Endüstrideki otomatik denetimde temel özellikler çok değişik biçimler alabilir. Sözgelimi, herhangi bir işlemin algılama aygıtı, işlem konusunda bilgi alıp, bunu robot beyne iletmek zorundadır. Bu nedenle, kimyasal işlemlerin algılama aygıtları arasında, otomatik kimyasal çözümleyiciler ve malzemenin sıcaklığı, basıncı, akış hızı, viskozitesi ile sertliği gibi fiziksel özelliklerini gözlemleyen aygıtlar bulunur. Başka algılayıcılar, zaman, konum, hareket ve boyut gibi uzayla ilgili çeşitli ilişkileri izlerler. Bazen bir malın bir cıvata mı, bir somun mu, yoksa bir rondela mı olduğunun otomatik olarak belirlenmesi gerekir. Bu tür belirleme, fotoelektrik aygıtlarla yapılır.

Robot beyin, yalın bir aygıt (sözgelimi, termostat) olabileceği gibi, sayısal ve analog BİLGİSAYARLAR'ın karmaşık bir düzenlemesi ya da FLÜDİK denetim birimleri de olabilir.

Çıkış aygıtı, her zaman, robot beyinden belirli bir sinyal almaya dayanır. Bu sinyal, ya bir dizi elektrik itkisi, ya düzenli bir biçimde değişen elektrik akımı ya da bir sıvı basıncı değişimi olabilir. Çıkış aygıtının sonuçta üreteceği çıkış sinyalinin biçimi ne olursa olsun, bu sinyalin bir yükseltici ya da dönüştürücü tarafından yararlı bir işe dönüştürülmesi gerekir. Bu iş, bir giriş boru hattında bir valfı açmak ya da kağıt üreten birime kağıt hamuru götüren kayışı hızlandırmak olabilir.

Otomatik denetim sistemleri, hangi biçimde olurlarsa olsunlar, üç temel ilkeye dayanırlar. Bunlar, robot beynin haberleşme özelliğiyle ilgilidir. İlk haberleşme, dış dünyadan gelen genel hedefleri ya da komutları almaktır. İkinci haberleşme, robot beynin, de-





o tahrik aygıtı
s algılama aygıtı
d bilgi işlem birimi
işlem üretim işlemi

Algılama aygıtları bilgi işlem birimine bir bilgi verdiklerinde, bilgi işlem biriminin buna vereceği yanıt, ya işlemin daha sonraki bir bölümünü (ileri besleme otomasyonu, A) ya da daha önceki bir bölümünü (geri besleme otomasyonu, B) etkileyebilir. (üstte) Kumanda otomasyonunda (C) algılama aygıtı kullanılmaz.

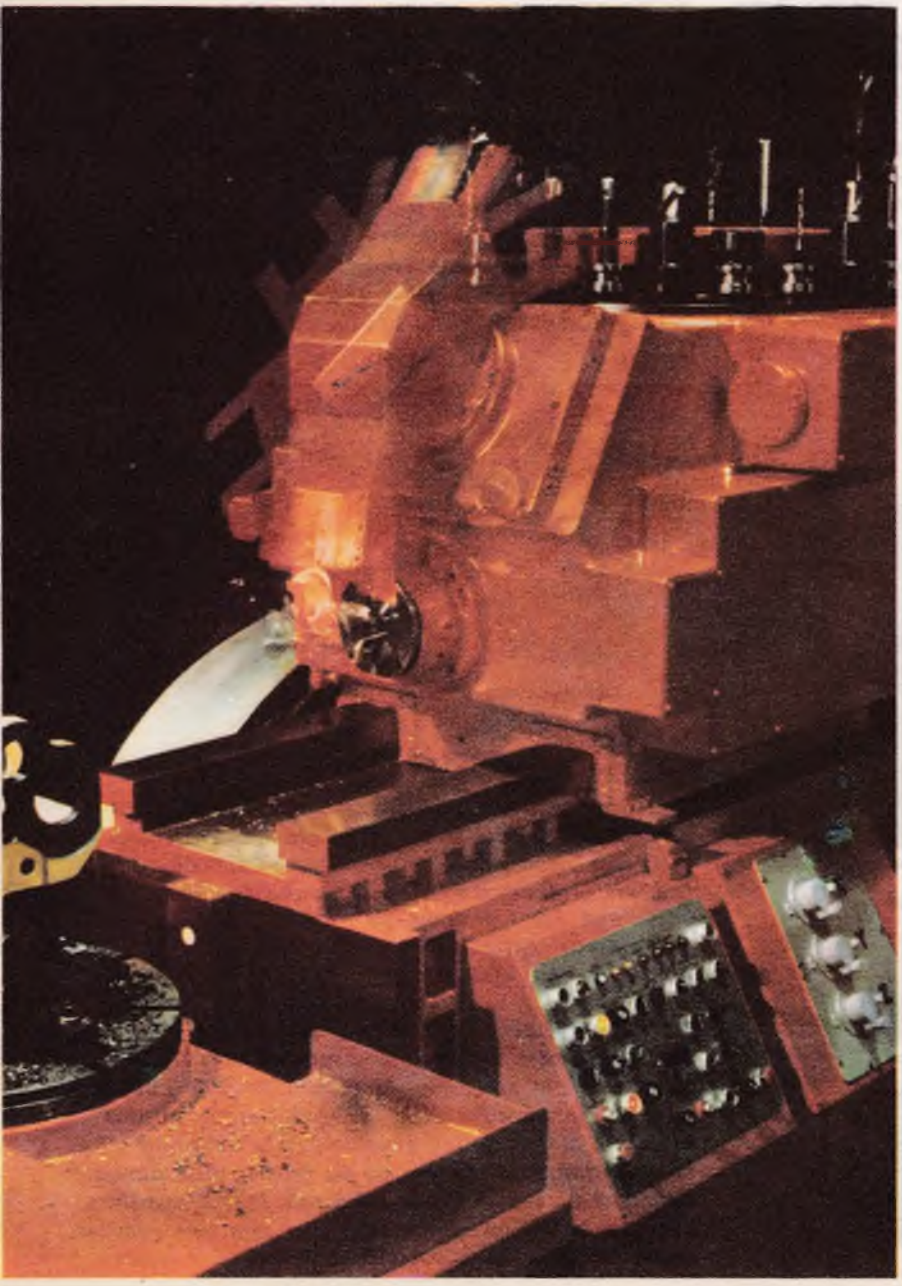
Bir otomatik denetim sistemi çizimi. (solda) Operatör, üretim işlemini denetim panosundan izler. Bu noktadan elle kumanda da yapılabilir. Elle kumanda yapılmazsa, önceden verilmiş komutlar (program) otomatik olarak yerine getirilir. İşlem sırasında bilgi işlem birimi, operatörden ya da programdan alınan komutlar çerçevesi içinde çalışarak, tahrik aygıtları aracılığıyla üretim işlemini denetler. Algılama aygıtları, gerektiğinde, bilgi işlem birimi için ek bilgi sağlar.

netim altındaki işleme komut vermesidir. Üçüncüsüyse, bir çeşit algılama aygıtıyla işlemin gözlemlenmesidir.

İlk iki özellik, bütün otomatik denetim işlemlerinde gereklidir. Üçüncüsüyse değişkendir. Bu değişken ile robot beynin kumanda özelliği arasındaki ilişki, belli başlı üç otomasyon tanımı yapılmasını sağlar: *Kumanda otomasyonu; ileri besleme otomasyonu; geri besleme otomasyonu.*

Kumanda otomasyonu: Bu tür otomasyonda, sistemin algılama aygıtlarının, robot beynin kumanda özelliği üstünde hiç bir etkisi yoktur. Bunlar, genellikle operatörler (insan) tarafından okunan verileri, aygıtlara iletmek için kullanılırlar. Operatör, robot beyne iletilen komutları değiştirebilir. Otomatikleştirilmiş takım tezgâhlarının çoğu bu sınıfa girer.

Sayısal denetimli takım tezgâhlarına bu adın verilmesinin nedeni, komutların sayılar biçiminde kodlanmış olmasıdır. Sayılar, tezgâhın toplam iş çevrimini, giren malzemeyi ve gerekli işlemin tümünü tanımlar. Sayılar, bir delikli levha üstüne, delinerek kullanılan kağıt şeride, delikli kartlara, MAGNETİK BANT'a, bilgisayar programlarına ya da flüdik denetleme birimlerine kodlanabilir. Bu kodlar, tezgâh çalıştığı sırada bir tuşlu denetim panosu aracılığıyla da verilebilir. Sözgelimi, sayısal denetimli bir matkap tezgâhı, hem bir kağıt şeritten, hem de tuşlu denetim panosundan komut alabilir. Tezgâh otomatik olarak delik açar, temizler, işaretler, ağız açar ve işlenen parçayı istenen sıraya göre çeşitli konumlara getirir. De-

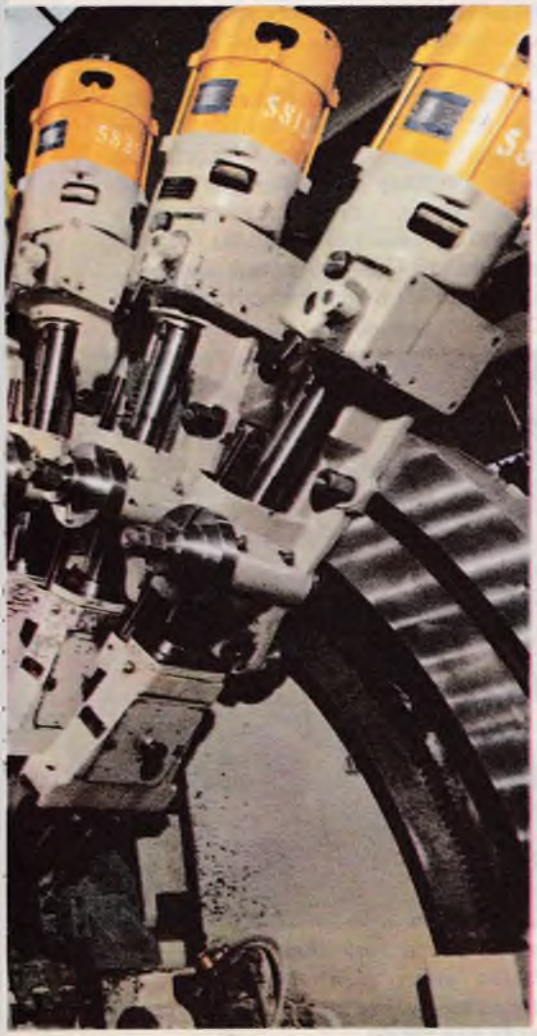


Otomatik takım tezgâhının çalışması sırasında çekilmiş bir fotoğraf. (solda) Bir takım kasnağının üstüne 24 matkap ucu, istenen sırada dizilmiştir. Takım, gerektiği zaman, döner bir kolla yatay duruma (iş yapabilecek konuma) getirilir.

ğişik işlemler için uygun takım hızları ve metal besleme hızları, aynı komutlarla denetlenir.

Otomatikleştirilmiş depolar da bütünüyle kumanda otomasyonuyla işletilebilir. Bu alanda kullanılan üç temel sistem vardır. Küçük bölmeli sistemde, depolanacak mallar, değişik bölmelerde depolanır. Bilgisayarlarla denetlenen toplama makinaları, ara yollarda ve bölmelerin üstünde, istenen sıraya göre dolaşır. Mallar bölmelerden ya elle ya da makina tarafından toplanır. Malların ürüne göre sıraya dizildiği depolarda, yani ikinci sistemdeyse, mallar, birincinin girişte, sonuncununsa çıkışta olacağı biçimde dizilirler. Döner raflı depolardaysa (üçüncü sistemde), mallar, bir döner raf üstündeki büyük kutularda toplanır. Döner raf, belli bir sıraya göre malları çekip alan bir toplama aygıtının önünde döner.

Bu çokhatlı yaklaşımın bir türü, Kansas'taki büyük bir uluslararası şirket tarafından kullanılmaktadır. Burada, saatte 5 000 birim hızla, 200 çeşit mal elden geçirilmektedir. Her hatta, belirli bir malla dolu 50 kutu bulunmaktadır. Hatların önündeki mekanik kapılar, kutuları birer birer bir konveyör bandına aktarır. Enine duran konveyör bandı, kutuları ana konveyör bandına taşır. Her sipariş, bir delikli kartla bilgisayara bildirilir. Bilgisayarla denetlenen mekanik kapılar, gerekli kutuların enine banda geçerek ana konveyöre gitmesini sağlar. Bilgisayar belleği her kutuya belirli bir yer ayırarak, kutuların banda geçerken birbirine çarpmasını önler. Ana konveyör bandıysa, bir siparişte istenen kutuları, sevk noktalarına



Makina fren balataları için kullanılan, çokuçlu bir radyal matkap. (üstte) Her uç, ayrı bir motor tarafından çalıştırılır. Bir bira fabrikasının otomatik etiketleme tesisi. (sağda) Şişeler, ana akış hattından yuvarlak bir platforma aktarılırken etiketlenir.

taşır. Burada kutular paketlenir, adreslenir ve kamyonlara yüklenir.

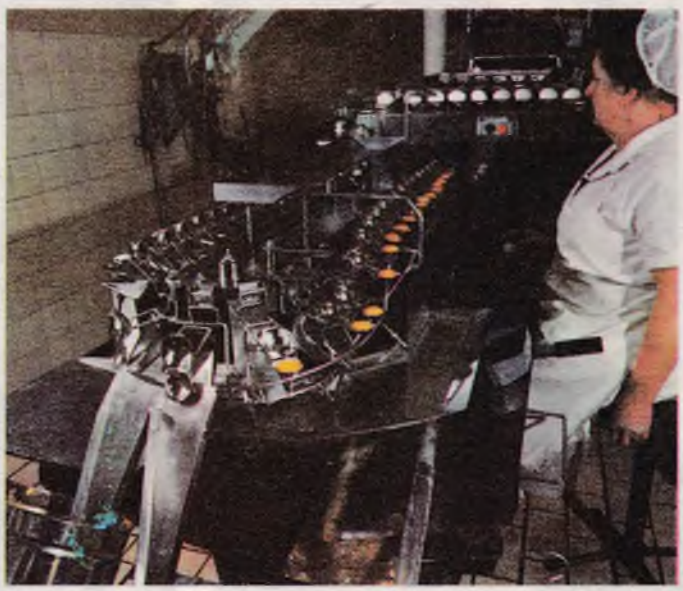
İleri besleme otomasyonu: İkinci önemli otomasyon biçimi, ileri besleme yöntemidir. Bu yöntemde, giriş malzemesinden veriler algılanır ve daha sonra gelen işlem, bu verilerdeki değişiklikler göz önüne alınacak biçimde ayarlanır. Otomasyonun bu yönü, paket, mektup ve benzeri nesneleri sıraya sokan bütün sistemlerin temel özelliğini oluşturur. Kimyasal işlemlerde, robot beynin, sıcaklıklar, basınçlar, akış hızları ve başka etmenler açısından işlemi nasıl denetleyeceğine karar verebilmesi için, işleme girecek olan kimyasal maddelerin önceden çözümlenmesi gerektiği durumlarda da ileri besleme teknikleri kullanılır.

Petrol rafinerilerinde uygulanan işlemlerde, çeşitli kaynaklardan gelen ham petrolün kimyasal bileşimi konusunda bilgi edinmek için ileri besleme tekniklerinden yararlanılır. Sözgelimi, petrolde yüksek oranlarda KÜKÜRT ya da BİTÜM bulunabilir ve petrolün işlenmesine geçilmeden önce, bunun göz önüne alınması gerekir.

Geri besleme otomasyonu: Bu teknik, bir işlemin sonunda ortaya çıkan sonuçlardaki değişiklikleri belirlemek ve işlemi bu değişikliklere göre yeniden ayarlamak için kullanılır. Büyük önem taşıyan bir konu, denetim sisteminin, istenmeyen değişiklikleri kabul edilebilir sınırlar içinde tutabilecek kadar hızlı davranabilmesidir. Endüstride geri besleme otomasyonundan yararlanan işlemler, daha çok kimyasal üretim yapan alanlarda bulunur. Bir otomatik kimyasal çözümleyici, ürünün özelliklerini izleyerek, ortaya çıkan herhangi bir değişikliği bir dizi elektrik sinyalleri biçiminde geriye, yani denetim bilgisayarına gönderir. Bilgisayar, bir genel değerlendirme yapar. Bu değerlendirme, işleme giren bir bileşenin akış hızını artırmak için bir vananın açılması gibi, yalın bir kararı da içerebilir.

Endüstrideki uygulamalar: Üretim işlemleri iki sınıfta toplanabilir: Grup üretim: seri üretim. Grup üretimde belli bir miktar hammadde alınarak işlenir. Gerekli dönüşüm tamamlandıktan sonra, araçlar boşaltılır ve grup üretimin yinelenmesi için yeniden yüklenir. Seri üretimdeyse, işlemi gerçekleştiren araçlar, işlenen malların sistemden çıkış hızına eşit hızda sürekli olarak yüklenir.

Otomatikleştirilmiş grup üretimi ilkelerinin bira-ya uygulanışının yeni örneklerinden birini, İskoçya' daki bir bira fabrikası oluşturmaktadır. Fabrikanın ortasında bulunan on bir dikey tank (her biri 240 ton kapasiteli), mayalama odası, artık maya ve maya kültür odaları, bir merkezi denetim odasından otomatik olarak denetlenmektedir. İşlemin bütün aşamaları ve tankların temizlenmesi, bilgisayarlar tarafından yönetilmektedir. Denetim panosunda, on değişik tari-



Bir otomatik yumurta kırma makinası. (üstte) Yumurtalar kırıldıktan sonra, çeşitli besin maddelerinde kullanılacak beyaz ve sarılar ayrılır ya da belirli oranlarda karıştırılır. Yumurtaları sınıflandırmak için kullanılan bir otomatik makina. (solda) Yumurtaların standartlarının belirlenmesinde, günümüzde birkaç teknikten yararlanılır. Bunlar arasında yumurta akının, sarısının ve hava boşluğunun ışıkla incelenmesi ile alınan örneklerin kimyasal çözümlemesi bulunmaktadır. Yumurtalar ayrıca, ağırlıklarına göre de sınıflandırılabilirler.

feden birini seçen aygıtlar bulunmaktadır. Belirli bir tarife seçildikten sonra, operatör yalnızca bir düğmeye basar. Ardından, bütün bileşenler, gerekli oranlarda, depolama bidonlarından konveyör ve elevatörler aracılığıyla otomatik olarak birinci tanka akarlar. İki bilgisayar, çeşitli mekanizmalar aracılığıyla, vanalar ve pompalar gibi 800 işletme birimini denetlemektedir. Petrol endüstrisi, en ileri otomasyon düzeyine ulaşmış daldır. Petrol rafinerisinde ham petrol birçok değişik kimyasal maddeye ayrılır. Bunların çoğuna (petrolün yaklaşık yüzde 97'si) HİDROKARBON denir. Hidrokarbonlar, karbon ve hidrojen atomlarının çeşitli biçimlerde bir araya gelmesinden oluşur (petrolün geri kalanı kükürt ve parafinlerden oluşur). Modern rafinerilerde, belli başlı üç amaç güdülerek, günde 24 saat ham petrol işlenir. Önce, ham petrolün çeşitli bileşiklerine ayrılması gerekir; ikincisi, homojenliği bozan maddeler ayıklanır; üçüncüsü, bazı hidrokarbon ürünleri, pazarın istemlerine göre, yeni ürünler oluşturacak biçimde yeniden birleştirilir.

Bütün rafinerilerde, temel işlemlerin tam olarak otomatik denetim altında tutulabilmesi için, hem ileri besleme, hem de geri besleme teknikleri kullanılır. Büyük rafinerilerde bir bilgisayar, yüzlerce vanayı ve başka donanımı denetler. Birimler birbirinden uzak olduğu için, algılama aygıtlarının elde ettiği veriler, denetim odasına genellikle radyoyla gönderilir. Denetim odasından da çeşitli vanalar ile POMPA'lara ve öteki denetim donanımına kodlu komutlar gönderilir.

Kağıt üretimi, bira üretimi, madencilik, çelik üretimi, trafik denetimi ve mektup sınıflama, otomasyonun çok gelişmiş olduğu dallardan yalnızca birkaçıdır. Bunların dışında da çok sayıda işlem, otomatik denetime dönüştürülmüştür. Torino'da (İtalya) bulunan bir otomobil montaj fabrikasının üretim bantlarından birinde, 18 otomatik kollu robot, hiç insan eli değmeden, otomobil gövdelerini kaynaklamaktadır.

OTOMATİK TABANCA

Küçük ateşli silahların mekanizmaları söz konusu olduğunda, « otomatik» terimi, tetiğin çekilmesiyle, bütün çalışma çevriminin kendiliğinden tamamlandığını gösterir. Otomatik çalışmada, tetik çekili kaldığı sürece, tabanca çalışmasını sürdürür. Başka bir deyişle, silah ateşlenir, boş kovan çıkarılıp atılır, dönüş yayı sıkışır ve yeni bir mermi şarjörden alınıp mermi yuvasına yerleştirilir. Ardından, ateşleme pimi, mermi kapsülüne vurur ve yeni bir ateşleme yapılır. Otomatik tabancaların çoğu, gerçekte, yalnızca otomatik dolduruşlu ya da yarı otomatik tiptendir. Tetik mekanizması, bir atıştan sonra gevşetilip, yeniden sıkılmayı gerektirecek biçimde yapılır.

Oldukça ender bulunan tam otomatik tabancaların en güzel örnekleri, S.S.C.B yapısı Steçkin ve Çekoslovak yapısı VZOR 61'dir. Bu iki model, hem otomatik dolduruş, hem de tam otomatik ateşleme yapabilir. Tam otomatik tabancalar, isabet oranlarının düşük olması nedeniyle, pek kullanılmazlar. Dönüş yayı ile geri tepme parçalarının hafif olması, yüksek ateş oranı sağlar. Ancak, ateşleme sırasında namlu yukarı doğru fırlar ve bu hareket, sürekli ateş durumunda gittikçe hızlanır. Sözgelimi, otomatik silahlarda normal olan, dakikada 750 mermilik bir ateşleme oranıyla kısa bir atış yapıldığında, yere paralel olarak tutulan namlu, ateş sonunda yukarı doğru 60 derecelik bir açı oluşturur. Yalnızca kendi kendine doldurma yapan tabancalardaysa, atışlar arasında nişan düzeltmesi yapılarak, daha iyi sonuçlar alınır.

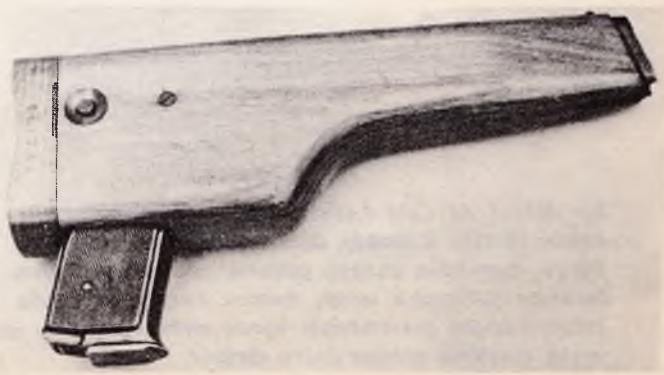
Otomatik tabancanın gelişmesi: İlk başarılı otomatik tabanca olan 8 mm'lik Schonberger, günümüzde de silah üretimi yapan Avusturya silah fabrikası tarafından 1892'de yapıldı. Bu tabancanın ateşleme sisteminde, DETONATÖR'lü bir kartuş kullanıldı. Kama gövdesi, kovanın tabanını tam olarak destekliyordu ve kilitliydi. Ateşleme piminin vuruşuyla kapsül ateşlendiğinde, ortaya çıkan gaz, kapsülü geri sürüp, ateşleme pimini de iterdi. Böylece, kama gövdesi kilitten kurtulur ve gaz basıncı, boş kovan ile kama gövdesini geriye doğru sürerdi.

Söz konusu sistem, 1930 yılında Garand tüfeğinde denenmekle birlikte, Schonberger tabancasından sonra kullanılmadı. Schonberger tabancasını, 1898 yılında yapılmış olan Borchardt tabancası izledi. Luger' in bir önceki tipi sayılabilecek Borchardt, kabzasına dolu şarjör sürülebilen ilk tabanca oldu. Silahın ateşlenmesi sırasında oluşan geri tepmeyi azaltmak için yararlanılan ilk geri tepmeli namlu da, gene bu silahta kullanıldı. Yapımcılar bu tabancada ayrıca, daha denetimli ateşleme yapmayı sağlayan ve gerektiğinde çıkarılabilen, ağaçtan omuz dipçiği kullandılar.

Ünlü Amerikalı silah dizaynçısı Maxim de, ani geri tepmeli bir tabanca yaptı. Bu silahta ateşleme, kilitsiz bir sürgüyle yapılmakta ve kartuşun gaz basıncının yüksek olduğu anda desteklenmesi, kabzanın ağırlığı ve dönüş yayının gücüyle sağlanmaktaydı. Ne var ki, bu ünlü silahçı, söz konusu silahın üretilmesi için herhangi bir girişimde bulunmadı.

1896 yılında Alman silah fabrikası DWM (Deuts-

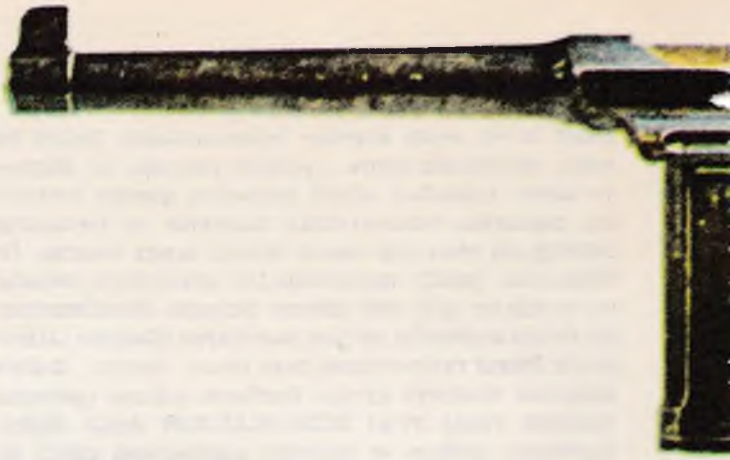
Igor Steçkin tarafından yapılmış bir S.S.C.B. yapısı tabanca. (altta) Tahta tabanca kılıfı, gerektiğinde kabzaya bağlanarak, daha iyi atış sağlayan omuz desteği görevi yapar.



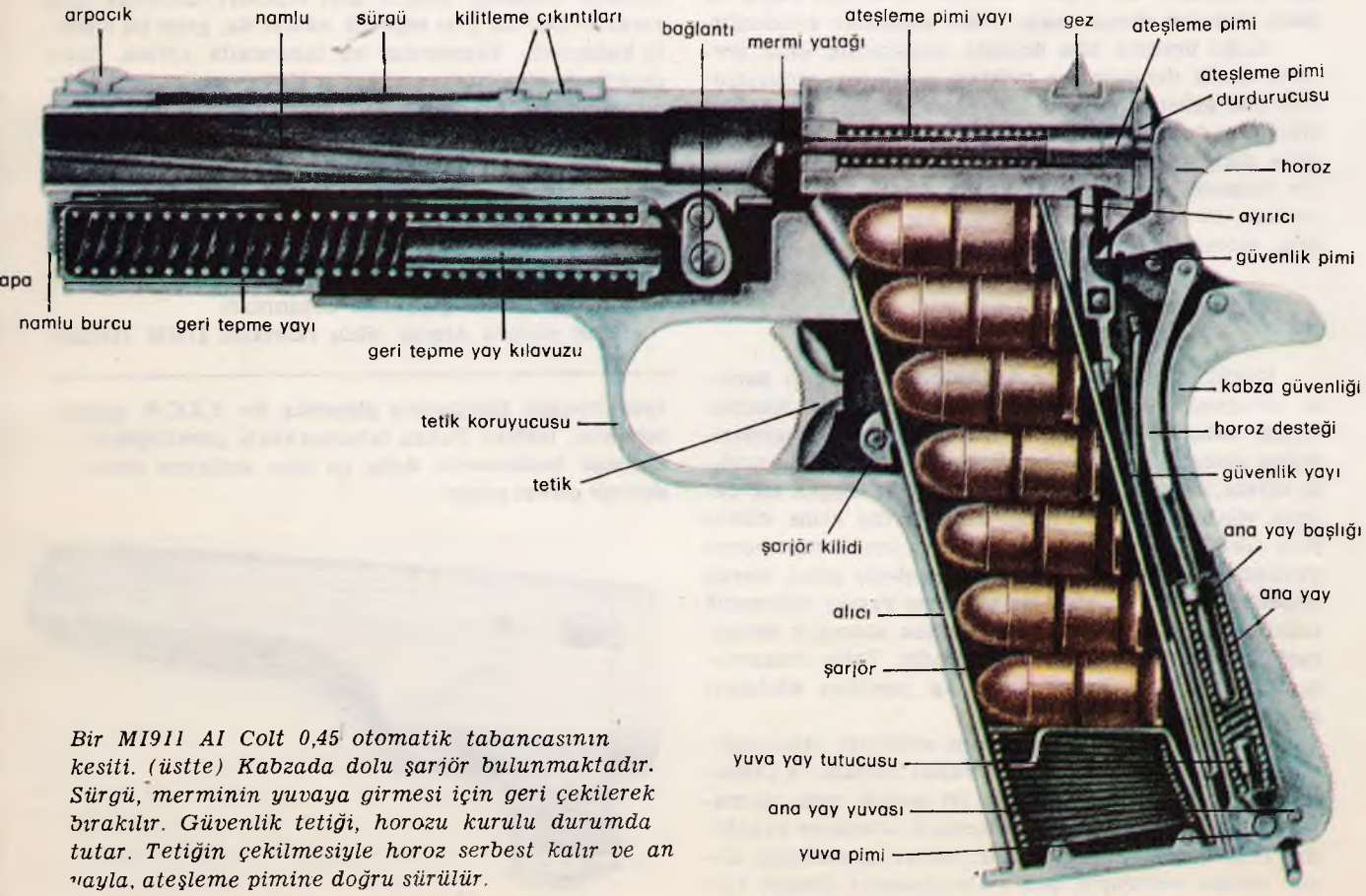
che Waffen und Munitionfabrik) tarafından 7,63 mm' lik otomatik Mauser tabancası piyasaya sürüldü. Bu tabancanın geliştirilmesinde katkısı olan Borchardt, Mauser'de de kendi silahında kullandığı 7,63 mm'lik şişe boyunlu kartuşu kullandı. Mauser çok dengeli ve güçlü bir tabancaydı ve oldukça kaba olan üstten doldurma sistemine karşın, çok tutuldu.

Ünlü Luger tabancası, DWM tarafından 1898'de üretildi. Tabancanın dizaynını yapan Georg Luger, Borchardt'ın dizaynından yararlandı. Luger'de 7,65 mm'lik Parabellum mermisi kullanıldı. 1908'deyse 9 mm'lik Parabellum, Alman silahlı kuvvetlerinin standart mermisi oldu. Luger tabancasında da yararlanılan bu mermi, 1945 yılına, yani İkinci Dünya savaşının sonuna kadar kullanıldı. Luger tabancası çok dengeli bir silahtı ve kolayca kullanılabilmekteydi.

Patenti 1899'da alınan Browning ani geri tepmeli tabancaları, Belçika'da, FN silah fabrikası tarafından üretildi. 1900 yılındaysa Colt, bir tam otomatik olan Browning'in 0,38 kalibreliğini yaptı. Bu tabancanın namlu hızı, 410 m/san'di. Browning 0,38 sonradan değiştirilerek, otomatik dolduruşlu bir silah haline getirildi. 1903'te yapılan horozsuz Colt 0,32 otomatik tabancası, daha sonra Almanya, Belçika ve İspanya'da bazı silah fabrikaları tarafından da yapıldı. 1905'te dizaynı yapılan Colt 0,45 tabancası, 1908'de değişikliğe uğradı. Aynı yıl, Belçika'da FN fabrikası, 0,25 kalibre-



1905 yılında yapılmış bir Mauser C/96 otomatik tabancası. (üstte) Bu silahın 7,63 mm'lik mermilerle dolu şarjörü, başka tabancalarda olduğu gibi kabzada değil, tetiğin hemen önündedir.



Bir MI911 AI Colt 0,45 otomatik tabancasının kesiti. (üstte) Kabzada dolu şarjör bulunmaktadır. Sürgü, merminin yuvaya girmesi için geri çekilerek bırakılır. Güvenlik tetiği, horozu kurulu durumda tutar. Tetiğin çekilmesiyle horoz serbest kalır ve ani olarak, ateşleme pimine doğru sürülür.

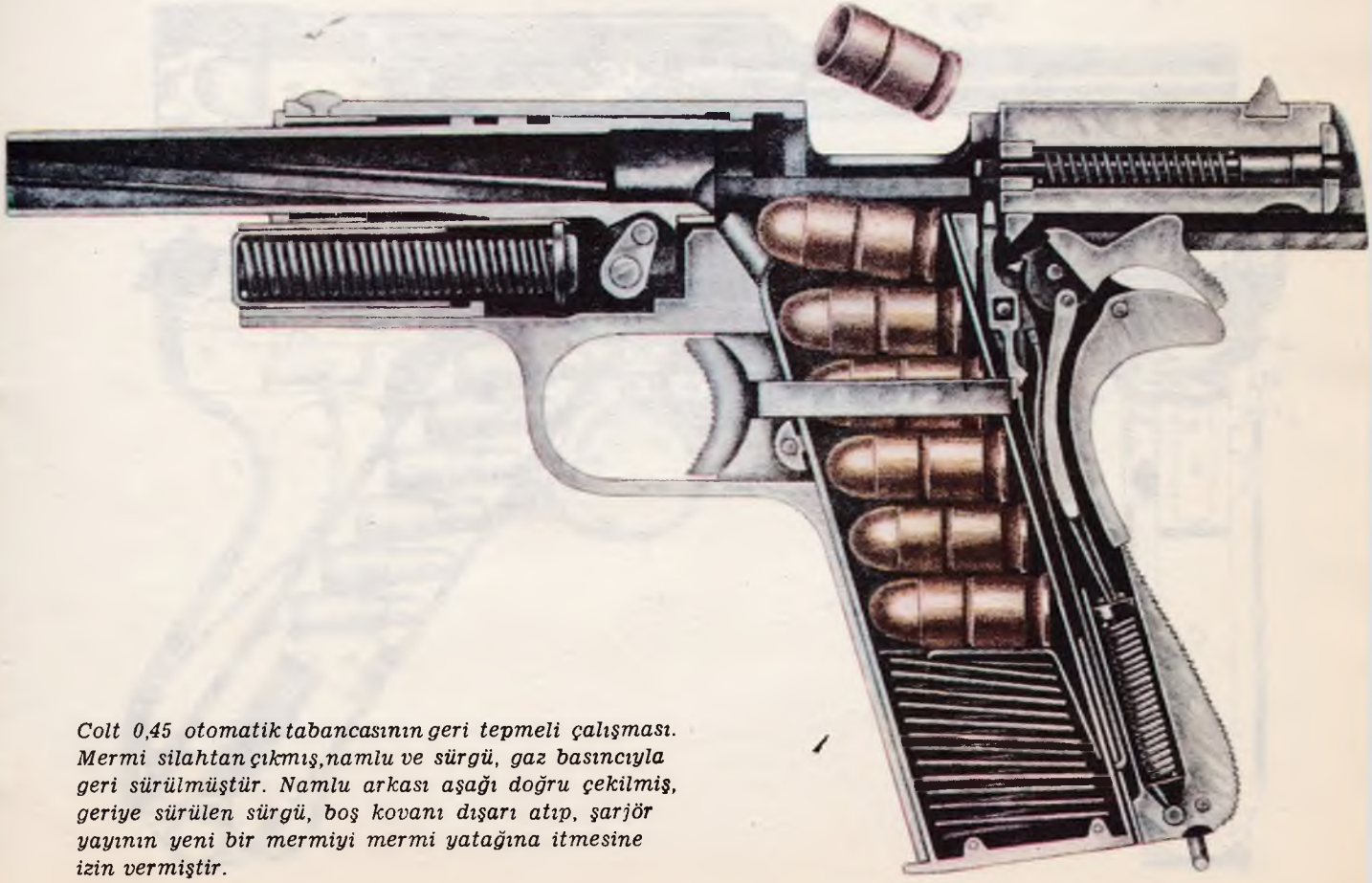
lik küçük Browning'i yaptı.

A.B.D. silahlı kuvvetlerinin standart tabancası olan ünlü Colt 1911 günümüzde de kullanılmaktadır. Avrupa'daysa Webley, Scott, Beretta ve Mauser tarafından çeşitli tiplerde otomatik tabancalar yapıldı. Otomatik dolduruşlu tabanca günümüzde, askeri amaçlarla pek kullanılmaz, ama Walther P'38 ve İsviçre malı SIG 210 gibi silahların yapımı sürmektedir. Otomatik tabanca şarjörleri, tabancanın tipine ve büyüklüğüne göre, 6 - 14 mermi alabilecek biçimde üretilmektedir.

Otomatik tabancanın çalışması: 0,32'ye kadar olan küçük kalibreli tabancalar, genellikle geri tepmelidir ve kilitsiz bir kama gövdesiyle çalışırlar.

Ancak, bu kalibrenin üstündeki tabancalarda, kilitli kamalar kullanılır. Aşağı yukarı bütün türlerde, kama gövdesinin namluya kilitli olduğu geri tepmeli çalışma ilkesinden yararlanılır. Atış sırasında namlu ve kama gövdesi geriye doğru sürülür ve basınç düşünce, namlunun durmasına karşılık, kama gövdesi, geriye gitmeyi sürdürür.

Atıştan önce namlu geriye çekilir ve böylece bir mermi, mermi yuvasına girer. Namlunun geriye çekilen üst bölümü, daha sonra ileriye sürülür ve namlu kilitlenir. Tetik çekildiğinde, horoz serbest kalır ve ateşleme pimini öne doğru atar. Böylece mermi ateşlenir. Merminin namludan çıkışı sırasında oluşan ga-



Colt 0,45 otomatik tabancasının geri tepmeli çalışması. Mermi silahtan çıkmış, namlu ve sürgü, gaz basıncıyla geri sürülmüştür. Namlu arkası aşağı doğru çekilmiş, geriye sürülen sürgü, boş kovanı dışarı atıp, şarjör yayının yeni bir mermiyi mermi yatağına itmesine izin vermiştir.

zın basıncı, boş kovanı geriye, namlu parçasına bağlı olan kamanın yüzüne iter. Üst bölüm, geriye giderken, bağlı olduğu namluyu da çeker.

Namlunun altı, geri tepmenin etkisinde kalmayan çerçeveye bağlıdır. Namlu geriye doğru sürülürken, bu bağlantı döner ve namlunun geri ucunu aşağıya doğru çeker. Böylece, namlunun kayan üst bölümünü tutan çıkıntılar boşalır ve sürgü geriye giderek boş kovanı çekip atar, yuvaya yeni mermi sürer ve yeniden ileriye kayıp yerine oturur. Namlunun da ileriye sürülmesiyle, silah, yeniden ateşe hazır duruma gelir.

Bu tip tabancalar, yalın, güvenilir ve güçlüdür. Ne var ki, namlunun ileri-geri hareketi için, ön yatak açıklığının geniş tutulması, silahın kolayca aşınmasına yolaçar.

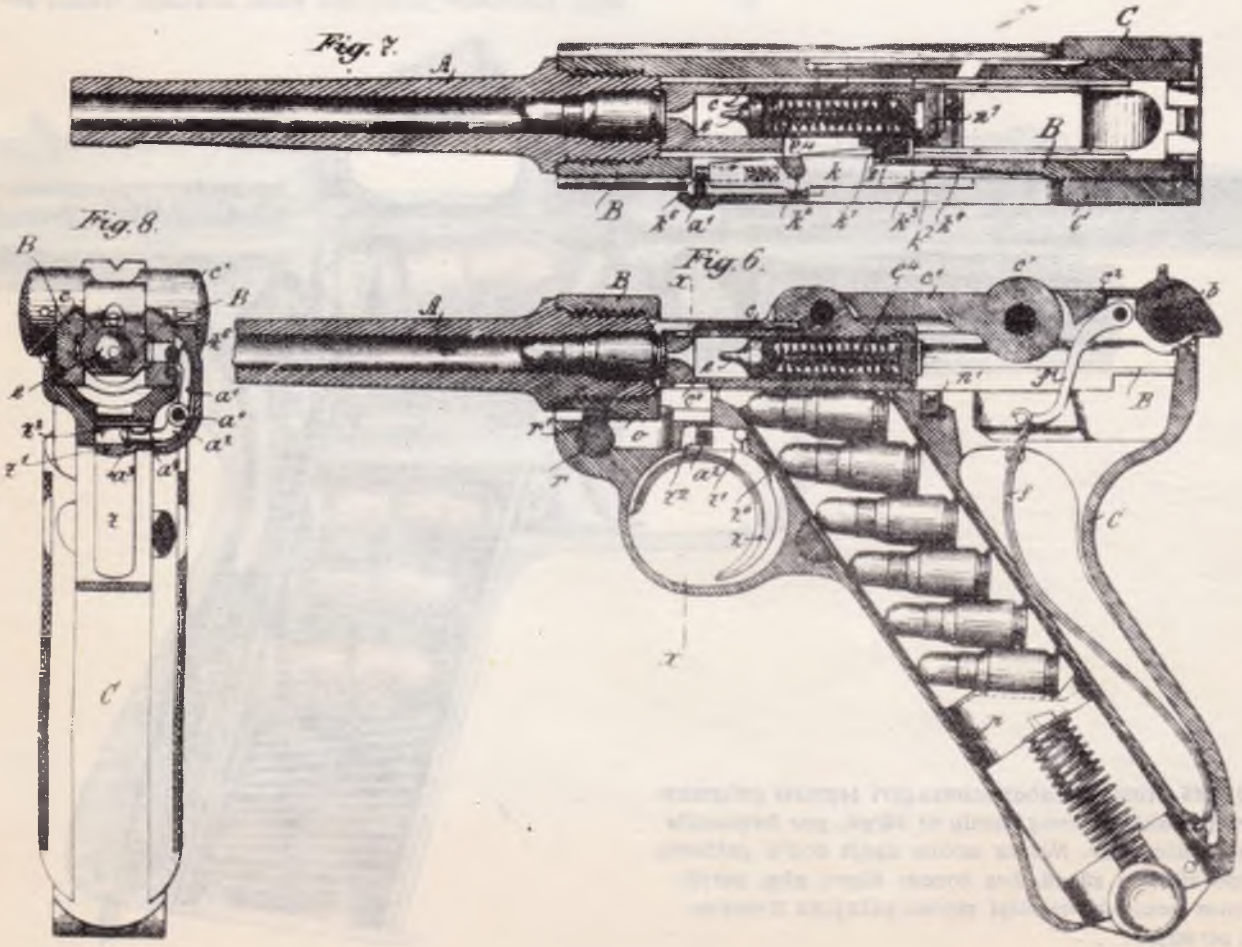
Otomatik tabancanın özellikleri: Otomatik tabanca sık sık TOPLU TABANCA'yla karşılaştırılır. İkisinin de olumlu ve olumsuz yönleri vardır. Otomatik tabancanın üstün yanları arasında, toplu tabancadan daha büyük mermi kapasitesi, daha çabuk doldurma (dolu şarjörle), daha yüksek namlu hızı, gaz kaçağı olmaması, hafiflik ve sağlamlık sayılabilir.

Buna karşılık, mekanizmanın kirli olması durumunda güvensiz oluşu, mekanizmanın kapalı olması nedeniyle sık sık denetimden geçirilememesi, iyi eğitim gerektirmesi gibi olumsuz özellikleri de vardır.

1898'de yapılan 7,65 mm'lik ilk Georg Luger otomatik tabancası. (altta) Sonradan kalibresi değiştirilip, 1908'de 9 mm'lik hale getirildi ve İkinci Dünya savaşında Almanların en ünlü silahlarından biri oldu.

OTOMATİK TRANSMİSYON

Otomobil, kamyon, otobüs ve benzeri araçlarda, motor gücü, tekerleklere, bir transmisyon sistemi aracılığıyla iletilir. Sistemde, motorun dönme hızını, aracın kullanıldığı hıza uyduran DİŞLİ ÇARKLAR ile araç durduğu ya da vites değiştirildiği zaman, motor ile dişliler arasındaki mekanik bağlantıyı ortadan kaldıran bir *kavrama düzeneği* (ya da DEBRİYAJ) bulunur. Otomatik transmisyonlarda uygun vites, sürücünün herhangi bir girişimine gerek kalmadan, kendiliğinden seçilir. Sürücünün basması gereken debriyaj pedalı bulunmadığından, vitesin seçilip takılması otomatik olarak gerçekleşir. Sürücüye düşen görev, kumanda kolunu, belirli durumları gösteren harflerin karşısına getirmektir. Bu harfler şunlardır: *P* (park); *R* (geri); *N* (boş); *D* (normal ileri sürüş); *L* (ileri küçük vites).



Araç hareket halindeyken kolun yanlışlıkla park ya da geri konumuna getirilmesini engelleyen bir düzenek vardır. Bir başka sistem de, motorun yalnızca, kol boş ya da park konumundayken çalışmasına izin verir. Kol *D* durumundayken, vites otomatik olarak büyüyüp küçülür.

Otomatik transmisyon, *yarı-otomatik transmisyon* ile karıştırılmamalıdır. Yarı-otomatik transmisyonda, vitesi sürücü değiştirir, yalnızca debriyaj otomatiktir. *Kendiliğinden değişen* ya da *önceden seçmeli* vites kutularında, gereken vitesi sürücü seçip debriyajı çalıştırır. Vitesler otomatik olarak değişir.

Otomatik transmisyonların özellikleri: Otomatik transmisyonlar, duran aracın sarsılmadan hızlanmasını sağlamalıdır. Bu yüzden, araç dururken çalışan motorun hareketinin tekerleklere iletilmemesi, ama motorun hızı arttıkça, tekerleklere giderek daha çok güç iletimi sağlanması gerekir.

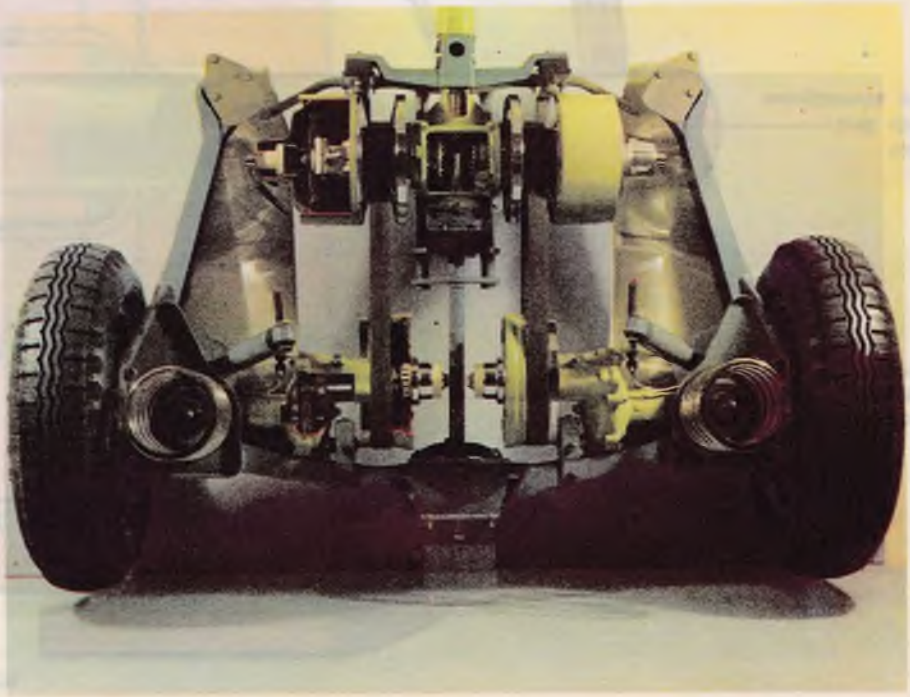
Ayrıca, otomatik transmisyonda, aracın yüklerine ve hızlarına uygun dişli oranlarının bulunması gerekir. Dişli oranı, motor hızının (dakikadaki devir sayısıyla ölçülen), transmisyon şaftının hızına (aynı birimle ölçülen) oranıdır. Genellikle, aracın bütün hızını kapsamak için, farklı üç ya da dört oran gerekir. Ancak, belirli hız sınırları içinde oranın sürekli olarak değişmesini sağlayan bir sistem de yapılmıştır. Hollanda'da düşük güçlü otomobiller için geliştirilen bu sistem, Daf firmasının «Variomatic» transmisyonudur.

«Variomatic» transmisyon: İletilmesi istenen güç çok yüksek değilse, çapları farklı olan kasnaklardan geçen sürtünmeli kayış sistemiyle, sürekli olarak değişebilen dişli oranı sağlanabilir. Bu tür sistemler, XX. yüzyılın başından beri denenmiştir, ama günümüzde yalnızca «Variomatic» kullanılmaktadır. Bu sistemde, bağlantı düzeneğini oluşturan *merkezkaç sürtünmeli debriyaj*, motor hızlandığı zaman bağlantıyı sağlar. Gücü, genişleyip daralarak etkili çaplarını değiştiren kasnakların üstünden geçen koni kesitli kayışlar iletir.

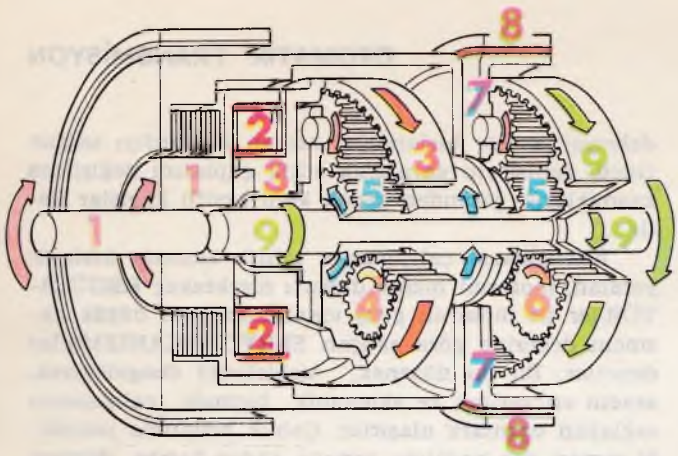
Kasnakların çalışmasını, tahrik kasnağı üstünde yeralan, motorun hızına duyarlı merkezkaç REGÜLATÖR'ler ile motorun giriş manifoldundaki düşük basıncın değerine göre çalışan SERVOMEKANİZMA'lar denetler. Bu iki düzenek, birbirlerini dengeleyerek, aracın en verimli ve ekonomik biçimde çalışmasını sağlayan oranlara ulaşırlar. Çabuk hızlanma istendiği zaman, gaz pedalına sonuna kadar basılır. Böylece giriş manifolduna dolan yakıt-hava karışımı, vakumu daha da düşürerek (basıncı artırarak), vakum servomekanizmasını devreden çıkarır. Bu, transmisyonun yalnızca motor hızına bağlı olarak çalışmasına yolaçar ve motoru en büyük *döndürme momenti*ni sağlayan hızda çalıştıracak dişli oranını seçer (Döndürme momenti, bir cisme etki eden kuvvetin, cismi bir eksen çevresinde döndürmesiyle oluşur. Motorun hareketinin krank miline iletilmesi buna örnektir. Döndürme momentinin birimi kilogram-metre ya da Newton-metredir [Nm]). En yüksek dişli oranına ulaşıldığı zaman, aracın hızının daha da artması, motorun hızının artırılmasıyla gerçekleşir.

Kapasitesi kısıtlı olan bu sistemler, şimdilik yalnızca düşük güçlü otomobillere uygundur. Bu tür uygulamalarda *mekanik verim*in yüksek olması önemlidir. Mekanik verim, bir motorun çıkış işinin, giriş işine oranıdır. «Variomatic» için bütün hızlarda % 90'ın üstünde olan bu oran, en çok % 94 değerine ulaşır.

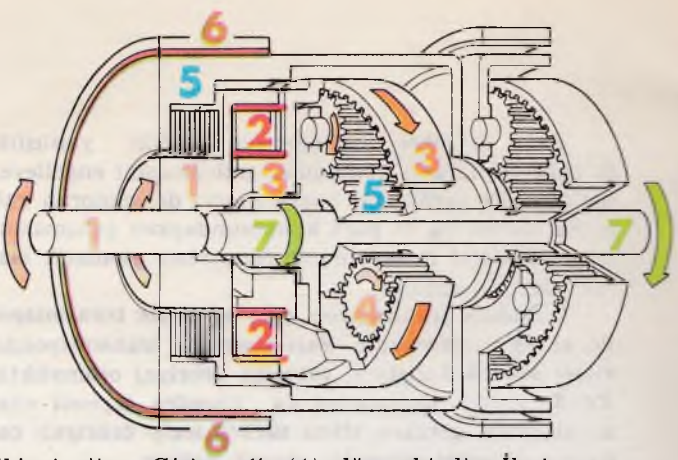
Farklı dişli oranları: Büyük motorlu taşıtlarda, hidrolik ya da elektrikli debriyaj aracılığıyla otomatik olarak seçilip takılan bir dizi vites dişlisini içeren otomatik dişli kutuları bulunur. Bu kutulara kumanda



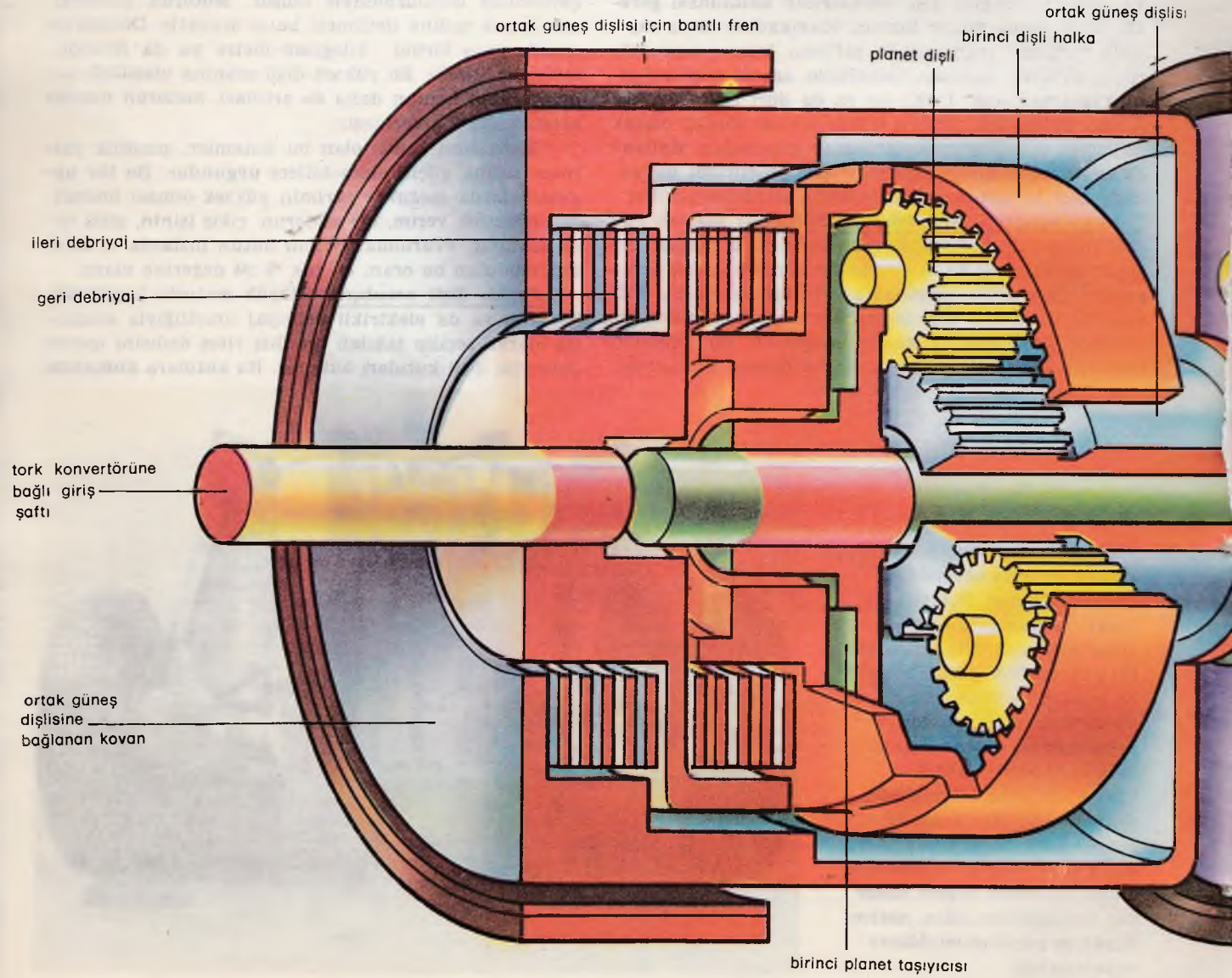
Variomatic transmisyon. (sağda) Önden motorlu otomobilin arkasına takılır. Sistemin ön tarafı, resmin üstünde yeralmaktadır: Ortada, şaftın iki yanındaki V kesitli kayışlar ve genişleyen kasnaklar yardımıyla devir oranlarını değiştiren iki vakum sistemi bulunmaktadır. Tahrik kasnakları, arka tekerleklere dişlilerle bağlıdır. Yalın ve verimli olan bu mekanizmada, kayış ile kasnaklar kaymadan, ancak belirli bir değere kadar güç iletebildiklerinden, sistem, büyük ve güçlü otomobillere uygulanamaz.

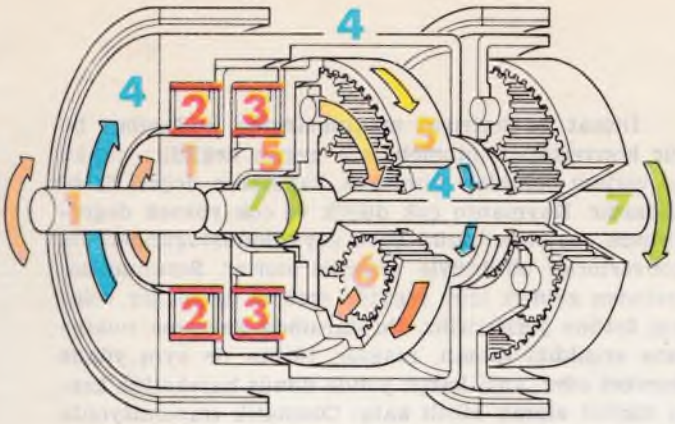


Birinci vites: Giriş şaftı (1) dönmektedir. Kilitlenen ileri debriyaj (2), birinci dişli halka (3) ile birinci planet dişlileri (4), bunlar da güneş dişlisini (5) ters yönde döndürmektedir. Güneş dişlisi, ikinci planet dişlileri (6) ileri döndürürken, bantlı fren (8), planet taşıyıcısını (7) durdurmakta ve böylece ikinci dişli halka (9) yavaşça dönerek, otomobilin tekerleklerini de döndürmektedir.

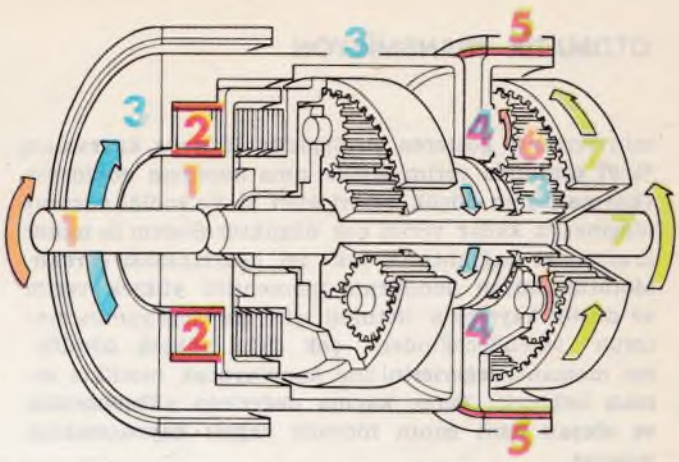


İkinci vites: Giriş şaftı (1) dönmektedir. İleri debriyaj (2) kilitlenmiştir ve birinci dişli halka (3) ile birinci planet dişlileri (4) döndürmektedir. Ortak güneş dişlisi (5) bantlı fren (6) tarafından sıkıştırıldığından, birinci planet taşıyıcısı (7) yavaş yavaş ileri dönerken, kendine bağlanan çıkış şaftı aracılığıyla tekerlekleri de döndürmektedir. Bunlara bağlı olan ikinci dişli halka da, boş olarak dönmektedir.

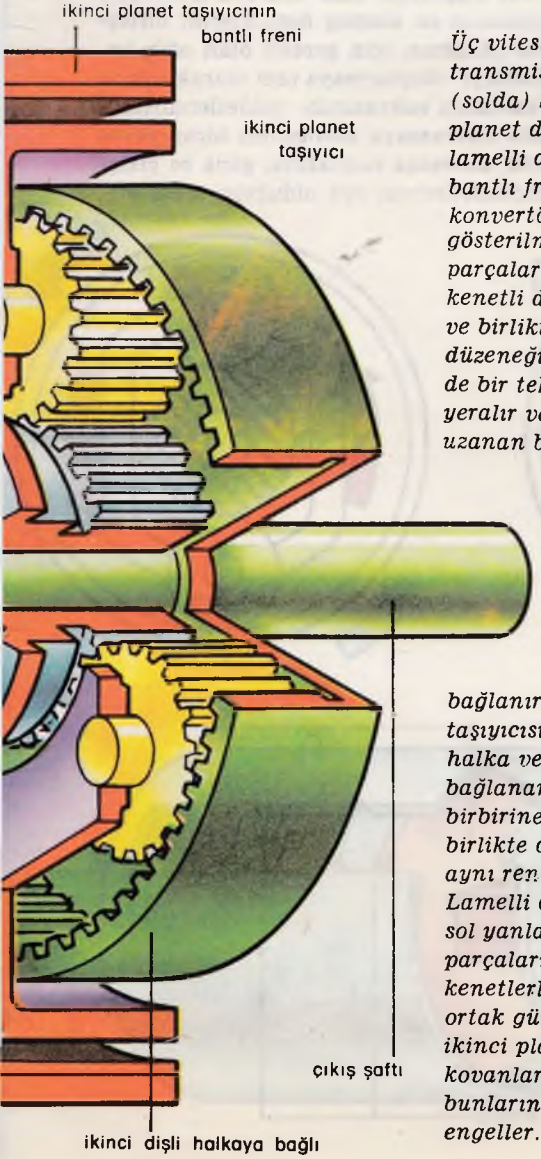




Üst vites: Giriş şaftı (1) dönmektedir. (2) ve (3) ile gösterilen iki debriyaj da kilitlenmiş durumda, ortak güneş dişlisi (4) ile birinci dişli halkayı (5) çevirmektedir. Bunların arasında kalan planet dişlileri (6), kendileri dönmeksizin birinci planet taşıyıcısını (7) kenetlemekte ve buna bağlı olan çıkış şaftı, aracın tekerleklerini döndürmektedir.



Geri vites: Giriş şaftı (1) dönmektedir. Geri debriyaj kilitlendiğinden, ortak güneş dişlisi (3) doğrudan doğruya dönmektedir. İkinci planet taşıyıcı (4) bantlı fren tarafından sıkıştırılmıştır (5). Bu yüzden, güneş dişlisi planet dişlilerini (6) ikinci dişli halkaya (7) karşı döndürmektedir. Dönen ikinci dişli halka, kendine bağlı tekerlekleri geri çevirmektedir. İlk planet taşıyıcısı da boşa dönmektedir.



Üç vitesli otomatik transmisyon çizimi. (solda) Sistemde iki planet dişli düzeneği, iki lamelli debriyaj ve iki bantlı fren vardır. Tork konvertörü, çizimde gösterilmemektedir. Bazı parçalar sürekli olarak kenetli durumda çalışır ve birlikte döner. İki düzeneğin güneş dişlileri de bir tek parça üstünde yeralır ve sistemin önüne uzanan bir kovana bağlanırlar. Birinci planet taşıyıcısı, ikinci dişli halka ve tekerleklere bağlanan çıkış şaftı da birbirine bağlıdır. Çizimde birlikte dönen parçalar aynı renkte gösterilmiştir. Lamelli debriyajlar sağ ve sol yanlarında yeralan parçaları birbirine kenetlerler. Bantlı frenler, ortak güneş dişlisi ile ikinci planet taşıyıcının kovanlarını sıkıştırarak, bunların genişlemelerini engeller.

eden düzenekler, gene giriş manifoldundaki vakum ile motorun hızına bağlıdır. Ayrıca, gaz pedalı ile dişli kutusunun çıkışındaki şafta bağlanarak, aracın hızını denetleyen ek düzenekler de vardır.

Dişliler, sürekli olarak kenetli çalışan PLANET MEKANİZMALARI'ndan oluşur. Bu mekanizmalara planet denilmesinin nedeni, sistemde, ortada dönen *güneş* dişlisinin çevresinde, buna bağlı olarak dönen iki küçük *planet* dişlinin bulunmasıdır. Planet dişlilerin de çevresinde, bir başka dişli çember yeralır. Çeşitli dişli oranları, dişlilerden birinin, sözgelimi planet dişlinin, debriyaj aracılığıyla kenetlenmesiyle sağlanır. Otomatik dişli kutusunda, uygun dişli bileşimi, bu tür sistemlerden birçoğunun birbirine bağlanmasıyla sağlanır.

Kavrama sistemleri: Bu tür planet mekanizmalı vites kutuları, «*hidrokinetik kavrama*» adı verilen ve iletimi «hidrolik» denilen bir sıvı aracılığıyla sağlayan debriyaj sistemi içerir. Hidrolik olarak kullanılan yağ, giriş öğesinin («*pompa*» da denir) motordan aldığı döndürme momentini, vites kutusuna bağlı olan çıkış öğesine ya da *türbine* iletir.

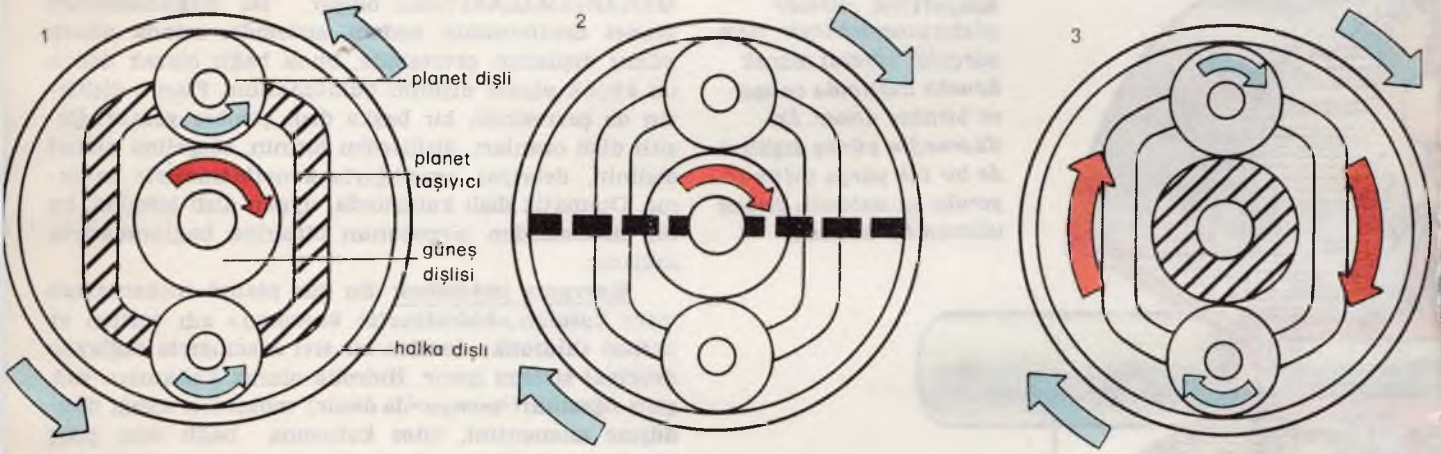
1929 yılında, ilk kez Daimler tarafından, bir seçmeli vites kutusu türünde kullanılan ve son yıllara kadar Rolls Royce ile Mercedes-Benz otomobillerinde süregelen en yalın yöntem, *hidrolik kavrama*dır. «*Hidrolik volanı*» adı da verilen bu sistemde, çok az bir aralıkla karşı karşıya duran radyal kanatlı iki disk yeralır. Pompadan merkezkaç kuvvetle türbine geçen yağ, türbini döndürür. Böylece, döndürme momenti, süren ve sürülen öğeler arasında, mekanik bir bağlantıya gerek kalmaksızın iletilir ve gerektiğinde öğeler arasında kayma sağlanabilir (buradaki kayma terimi, pompa ile türbin arasında dönme hızının farkını göstermektedir). Hidrolik bağlantısının en önemli özelliği, giriş ve çıkışındaki döndürme momentlerinin her zaman eşit olmasıdır. Giriş ve çıkış hızları arasındaki herhangi bir fark, oluşan kaymanın değerini ve siste-

min verimini gösteren bir ölçüdür. Hidrolik kavraması, % 97 oranında verim sağlar; ama *kavrama noktası*na (kaymanın en düşük değeri olan % 3'e indiği durum) ulaşıncaya kadar verim çok düşüktür. Sistem ile motor arasındaki bağlantının çok iyi ayarlanması gerekir. Motorun bütün döndürme momentini yüksek verim ve düşük kaymayla iletmesi için, transmisyonun, motorun verebileceğinden çok daha yüksek döndürme momenti değerlerini bile karşılayacak nitelikte olması beklenir. Tersi, kayma değerinin yükselmesine ve oluşan aşırı ısının hidrolik yağını kaynatmasına yolaçar.

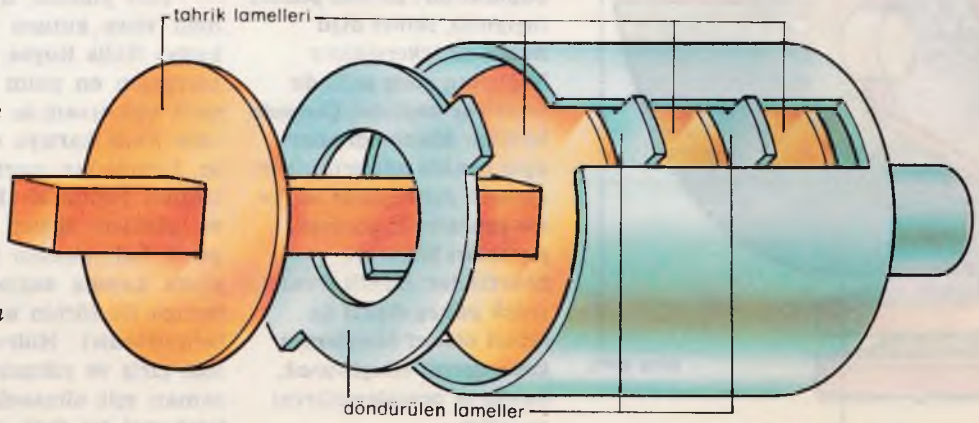
Hidrokinetik bağlantının daha karmaşık bir türü de *hidrolik konvertör*dür. Sisteme bu ad, girişteki döndürme momentini dönüştürdüğü ya da kuvvetlendirdiği için verilmiştir. Bu amaca ulaşmak için, pompa ile türbin arasına üçüncü bir öğe daha eklenir ve kanatlar, düz değil, eğimli yapılır. «*Reaktör*» ya da «*stator*» adı verilen bu üçüncü parça, pompadan gelen hidrolik yağın, türbine daha elverişli bir açıyla çarpmasını sağlayacak biçimde yerleştirilir. Böylece, türbine uygulanan döndürme momenti artar. Gerçekte, türbine uygulanan döndürme momenti, pompa ile reaktör üstündeki momentlerin toplamına eşittir. Bu da, vites kutusuna iletilen döndürme momentinin, motorun ürettiğinden birkaç kat daha yüksek olabilmesi anlamına gelir.

İnşaat ve hafriyat makinalarında kullanılan bu tür konvertörler, otomobillere uygun değildir; çünkü en verimli oldukları durumda, kaymanın değeri % 40 kadardır. Kaymanın çok düşük ve çok yüksek değerlerinde, motorun bütün gücü ısıya dönüştüğünden, bu konvertörler bütünüyle verimsiz olurlar. Sorunun üstesinden gelmek için, reaktör, serbest dönen bir volanın üstüne yerleştirilir. Bu durumda kavrama noktasına erişildiği zaman, reaktör, türbin ile aynı yönde hareket eder, ama karşıt yönde dönüş hareketine karşı sürekli olarak kilitli kalır. Otomatik transmisyonlu otomobillerin çoğunda, bu sistem kullanılır.

Kavrama noktasında, reaktör, etkili bir parça olarak görev yapamayacağı için, otomatik olarak devreden çıkar. O zaman sistem, döndürme momentini şiddetlendirme ya da dönüştürme özelliği olmayan doğal bir hidrolik kavrama gibi çalışır. Bu yüzden sisteme, motor endüstrisinde «tork konvertörü» denilmesine karşılık, genel olarak «*konvertör kavrama*» adı verilir. Sistem verimi biraz düşüktür, ama hidrolik konvertör ile hidrolik kavramanın en olumlu özelliklerini birleştirir. Konvertörün çalışması için gerekli olan eğik kanat biçimi, kavramayı oluşturmaya tam olarak uygun düşmediğinden, kavrama noktasında şiddetlendirilmiş dönme hareketinin kavramaya dönüşmesi biraz yavaş gerçekleşir. Üstelik, kavrama noktasına, giriş ve çıkıştaki döndürme momentlerinin eşit oldukları anda eri-



Planet dişli sisteminin dört önemli parçası vardır: Ortadaki güneş dişlisi, dıştaki halka (çember) dişli; taşıyıcının üstünde yeralan iki planet dişli. (üstte) Taşıyıcı hareketsizken güneş dişlisi dönerse (1), çember dişli karşıt yönde döner. Güneş dişlisi çember dişliye (2) kenetlenirse, bütün sistem döner. Güneş dişlisi kilitlenip, taşıyıcı dönerse (3), çember dişli aynı yönde daha hızlı döner. Lamelli debriyajda iki yarı (kırmızı ve mavi), lameller bastırmadığı zaman serbestçe dönerler. (sağda) Lameller bastırınca, bir yarı, öteki yarıyı döndürür.



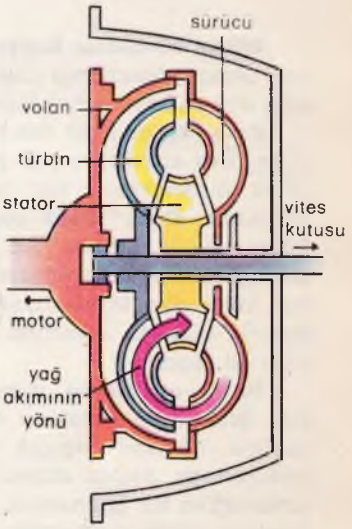
şilmesine karşılık, aynı anda çıkış hızı, giriş hızından % 10 daha azdır.

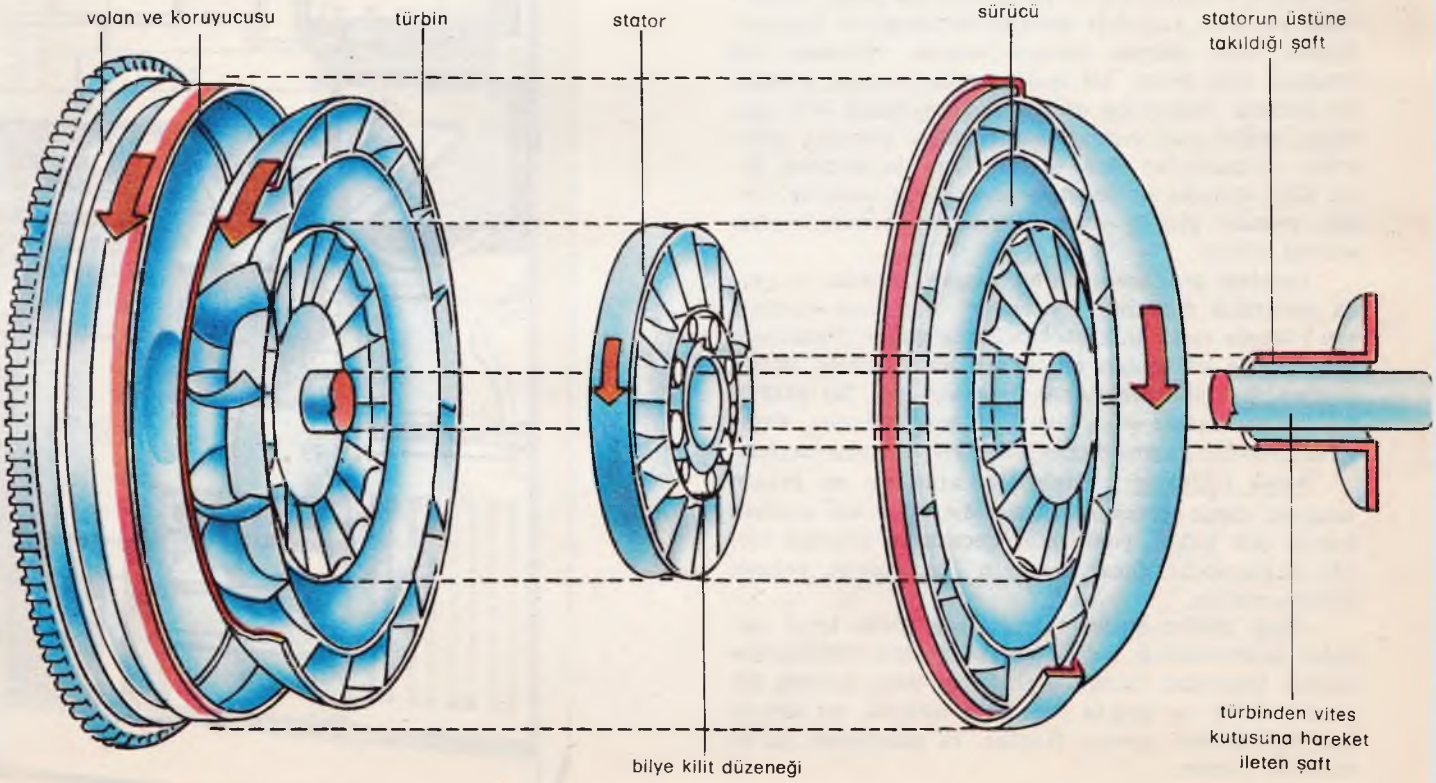
Konvertör kavramanın bütün yük üstündeki verimi, genellikle, şiddetlendirme bölgesinde % 90, kavrama bölgesindeyse % 95 kadardır. Verim, doğrudan doğruya, döndürme momenti ile kayma oranlarının çarpımıyla orantılıdır. Bu tür sistemler, düşük hızda, düşük moment değeriyle çalıştırıldığı zaman verim düşüktür. Ancak, giriş hızının yüksek, yükünse küçük olduğu durumlarda da (kavrama verimi yönünden elverişli durumda) motor verimi düşük olduğundan, seçici düzeneğin, duruma en uygun dişli oranını seçecek biçimde ayarlanmasına özel dikkat gösterilir.

Konvertör kavrama (bu kavrama, araç durduğu zaman motorun boştaymış gibi çalışmasına olanak verecek kadar kayma gösterip, yüksek hızlarda motorun gücünün büyük bölümünü iletir), günümüzde, otomatik transmisyonlu bütün otomobil ve benzeri araçlarda, otomatik planet mekanizmalı vites kutusuyla birlikte bulunur. Transmisyonun üretimini kolaylaştırmaya (ve ucuzlatmaya) yönelen gelişmeler, kumanda sistemine de yenilikler getirmiştir. Bunların en önemlisi, sürücünün viteslerin otomatik olarak değişmesini engelleyerek, çabuk hızlanmak için transmisyonun hep düşük vitesi kullanmasını sağlamasına yarayan düzenektir.

Temel sistem üstünde çok sayıda değişiklik de yapılmıştır. General Motors'un Hydramatic tip transmisyonunun çeşitli modelleri vardır. Bunlardan birinde, iki hidrolik kavrama birden bulunur. Bağlantıların biri yağla dolu durumda çalışırken, öteki, seçilen vites oranına göre ya hidrolikle dolar ya da boşalır. Bir başka modelde de, serbestçe dönebilen stator tek bağlantı öğesidir. Stator, transmisyonun kutusuna de-

Tork konvertörü, birbirine dönük iki vantilatör gibi çalışır. (sağda ve altta) Biri dönünce, öteki de döner. Koruyucunun içi yağ dolvdur. Sürücü öğenin dışa doğru attığı yağ, türbini dolaşarak geri gelir. Düşük hızlarda türbin kaydırır, ama üstünde yarıklar bulunan disk biçimli stator, yağın akışına karşı bu yarıkların yaptığı açı yüzünden, sürücünün döndürme momentini daha kuvvetli iletir. Bu kuvvet, statoru geri itér, ama stator yalnız ileri dönecek biçimde takılmıştır.





ğil, çıkış şaftına bağlıdır. Böylece, % 30 oranında moment şiddetlendirmesine karşılık, yitimleri en düşük düzeye indirir. GM Super Turbine 300 transmisyonunda, stator kanatlarının açısı değiştirilerek denenmiş, aynı sistem beş parçalı, iki türbinli ve konvertörlü bir Buick transmisyonuna da uygulanmıştır. Ne var ki, bu denemeler ve bağlantı durumunda kaymayı bütünüyle ortadan kaldıran kilitli debriyaj gibi atılımlar, maliyetlerini kurtaracak kadar başarılı olmamıştır.

OTOMATLAR

Bütün otomatlar başlıca iki bölümden oluşur: Atılan parayı denetleyip alan para bölümü; istenilen malı seçip alıcıya ileten sistem.

Para bölümü: Bir tek tür parayla çalışan otomatların para sistemleri çok yalındır. Bunlar, içki ve yiyecek alınan küçük boy (bazen duvara takılan) otomatlardır. Daha büyük otomatlardaysa, 3, 4 ya da 5 farklı parayı birden alıp, bunlar istenilen toplama ulaştığı zaman malı müşteriye ulaştıran sistemler vardır. Müşteriye farklı fiyatta türler arasından seçme olanağı sağlama amacıyla, toplama kanalları çok kanallı da yapılır.

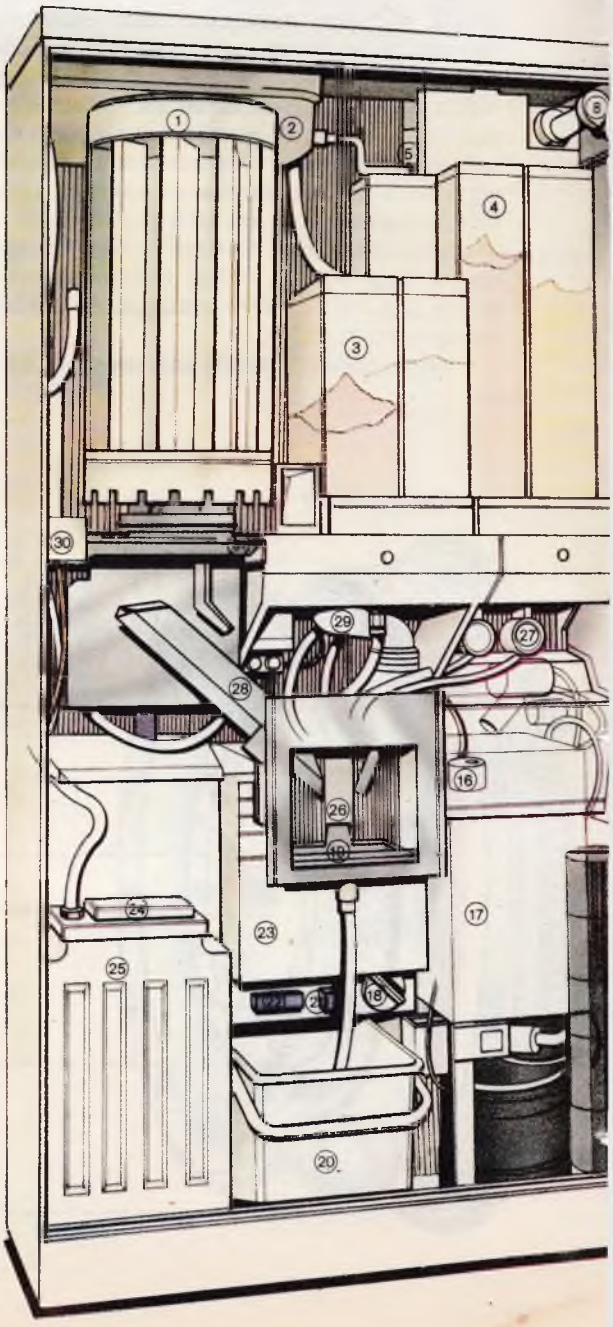
Bütün aygıtlarda, parayı almadan önce geçerliliğini denetleyen sistemler bulunur. En çok kullanılan yöntem, paranın çapının, kalınlığının ve ağırlığının ölçülmesidir. Aygıta atılan para, eğimli bir yoldan yuvarlanırken bir mıknatısın önünden geçer. Mıknatısın, paranın içinde oluşturduğu Foucault akımları, yuvarlanan paranın yavaşlamasına yolaçar. Foucault akımlarının ve bundan doğan yavaşlatıcı kuvvetin büyüklüğü, paranın yapıldığı metalin özelliklerine bağlıdır. Eğimli yolun sonuna ulaşan paranın, gereken yere düşmesi için, belirli bir hızla yuvarlanması gerekir. Bu yüzden, öngörülen metalden yapılmamış olan paralar, uygun hıza erişmeyeceklerinden, toplama bölümüne ulaşamazlar. Bazı otomatlarda da, paranın delik olup olmadığını denetleyen bir fırça bulunur. Delikli paralar geçerli olmadıklarından, otomat bunları «kabul etmez».

Paraları denetlemenin en yaygın yolunun, yukarda anlatılan mekanik yöntemler olmasına karşılık, son yıllarda elektronik yöntemler de geliştirilmektedir. İngiltere'de kullanılan bu türden bir sistemde, eğimli düzlem üstünde yuvarlanan paranın hızı, iki FOTOSEL'in arasından geçiş hızı ölçülerek bulunur. Fotoseller, paranın çapını ölçme amacıyla da kullanılırlar.

Sıcak içecekler: Otomatlar arasında en yaygın olanları, sıcak içecek otomatlarıdır. Bir tek otomat, kahve, çay, kakao, çorba gibi içeceklerin tümünü birden sağlayabilir. Sıcak içeceğin hazırlanışı, evlerde olduğu gibidir.

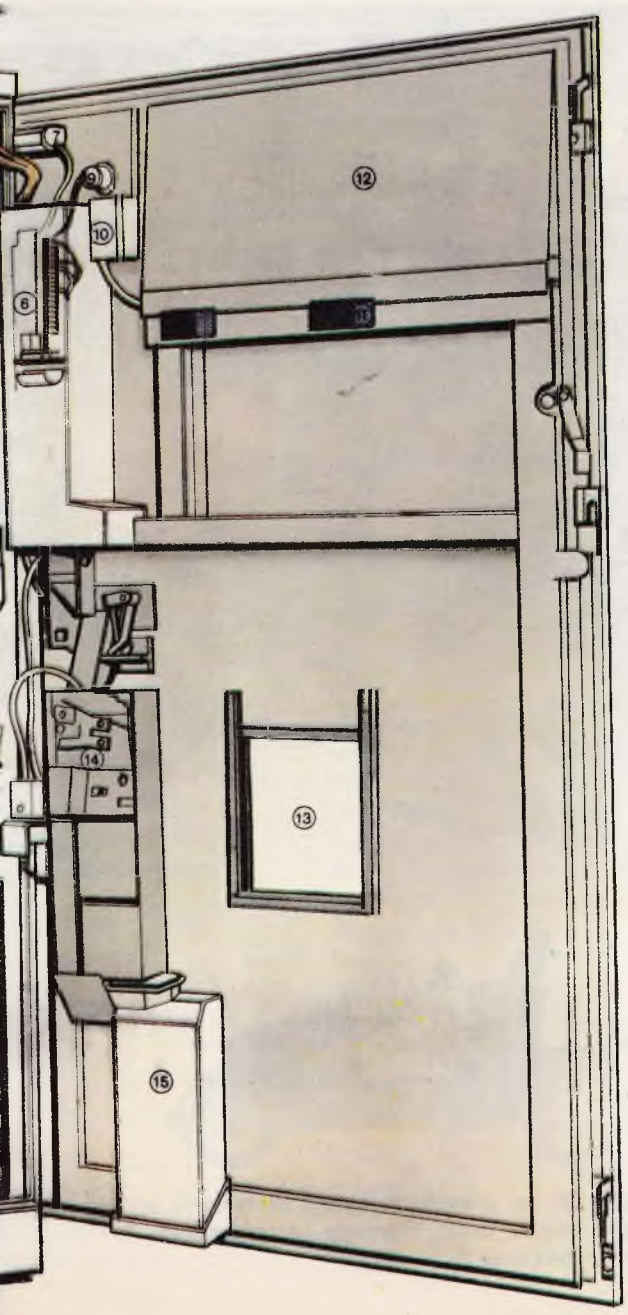
Aşağı yukarı bütün otomatlarda işlem, içine içeceğin doldurulacağı kabın, kap bölümüne iletilmesiyle başlar. Otomatın içinde kaplar, üst üste dizilmiş biçimde durur ve aygıta her para atılışta, en alttaki kap, ötekilerden ayrılır. Kaplar, ya plastikten ya da kağıttan yapılır.

1. bardak iletim bölümü
2. su deposu
3. toz içecek deposu (küçük)
4. toz içecek deposu (büyük)
5. su filtresi
6. içecek seçme düzeneği
7. sayaç
8. kakao sayacı
9. gösterge ışığı söndürme düzeneği
10. soğuk içecek sayacı
11. gösterge ışığı söndürme düzeneği
12. gösterge ışıklarını taşıyan kapak
13. hazır ürünü alma penceresi
14. para seçme düzeneği
15. para kutusu
16. soğutma bölümü su doldurma tapası
17. soğutma bölümü
18. sıcak su deposu termostatı
19. ısıtıcı
20. çöp kutusu
21. çöp kutusunun taşmasını önleyen düğme
22. daldırma ısıtıcı
23. sıcak su deposu
24. sigorta kutusu
25. elektronik denetim kutusu ya da standart röle kutusu
26. bardak yeri
27. çalkalama bölümü
28. bardak oluğu
29. ana karıştırma bölümü
30. şebeke devre keseni
31. karıştırma ve çalkalama bölümleri yıkama düğmeleri



Kent şebekesinden alınan soğuk su, otomatın içindeki kazanda yaklaşık 82°C'a kadar ısıtılır. Böylece sıcaklığın, müşterinin eline geçtiği zaman 75°C olması sağlanır. İçecekler, huniye benzeyen bir bölümde karıştırılır. Üstten gelen sıcak su, huninin kenarına doğru püskürtülünce, girdaplar oluşturarak huninin ağzına doğru akar. Girdapların arasına gönderilen belirli miktarda madde (kahve, kakao, toz halde çorba, vb.), hemen çözünerek, kaba dökülür. Çorba ve kakao, daha iyi karışmaları için, kaba dökülmeden önce ikinci bir karıştırma bölümünden geçirilir.

Sıcak içecek otomatı. (altta) Soğuk içecek otomatlarında, sıcak su bölümünün yerini, soğutma bölümü alır. Bu otomat toz maddeyle çalışır. İçecek çeşidi, para atılmadan önce ya da sonra seçilebilir. Bu, aygıtın türüne bağlıdır.



Soğuk içecekler: Bu otomatların para alma, değerlendirme ve bardak iletme sistemleri, sıcak içecek veren otomatlarınkinin aynıdır. İçecekler, aygıtın içinde yoğun şuruplar halinde saklanır ve müşteriye verileceği zaman suyla karıştırılır.

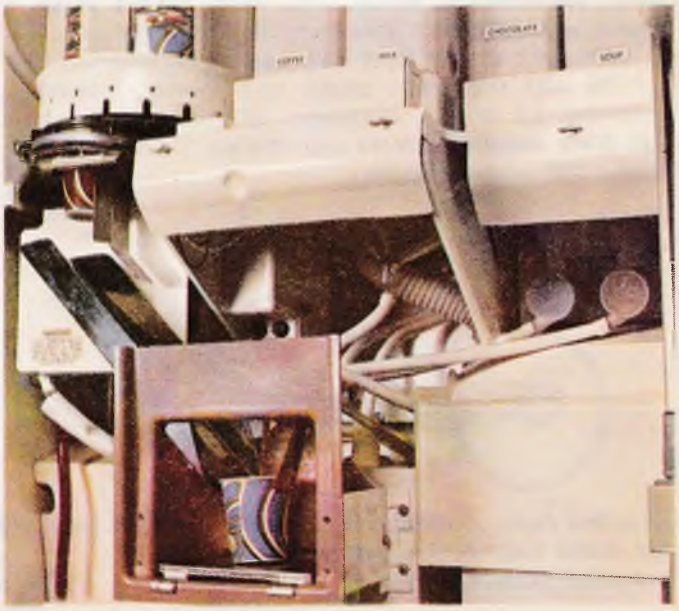
Su, otomatın içinde 3-6°C'a kadar soğutulur ve şurupla uygun oranlarda karıştırılır. Gazozlu içeceklerdeyse, soğuk su, önce içine karbon dioksit gazının karıştırılmasını sağlayan *karbonatör*den geçer.

Karbonatörde soğuk su, yüksek basınç altında, içinde basınçlı karbondioksit bulunan bir bölümden geçer. Minik damlacıklar haline gelen su, karbondioksit soğurur. İyi karbonlanmış bir içecekte, normal basınç ve sıcaklıkta bir hacim su, 3,5 hacim karbondioksit içerir.

Küçük parçalar: Paketlenmiş yiyecekler ya da başka maddeler için de çeşitli sistemler kullanılır.

*Çekmece tipi sütunlu otomatlar*da, üst üste duran ürünlerden hep en alttaki, bir çekmece düzeneğiyle alınıp müşteriye iletilir. Bu tür makinalar, genellikle çiklet, çikolata ve sigara içeren, duvara takılmış otomatlardır. *Düşen raflı* otomatlardaysa, her rafa başka bir ürün yerleştirilebilir. Böylece otomatta, biçim ve büyüklük bakımından farklı ürünler bulunabilir. *Döner konveyörlü* otomatlar da, düşen raflı otomatlara benzer, ama bunlarda ürün, bulunduğu yerden aygıtın çıkışına, hareketli bir bant aracılığıyla taşınır. Kolayca zarar gören ürünler için *tamburlu* otomatlar kullanılır. Tamburlu otomatlarda ürünler, yatay ola-

Bir içecek otomatının, kap iletme bölümü ile çeşitli içecekleri içeren bölümleri. (altta)



rak dönen bir tamburun raflarında yeralır ve müşteri, istediği malı, aygıtın önündeki bir kapağı açarak alabilir. *Sarmallı* otomatlarda ürünler, yatay tepsiler üstünde bulunur. Bir sarmal mekanizma, bunları müşteriye iletir. Bu otomatlar, çok çeşitli ürün (20-30 kadar) içerebilen, geniş alanlı, yüksek kapasiteli aygıtlardır.

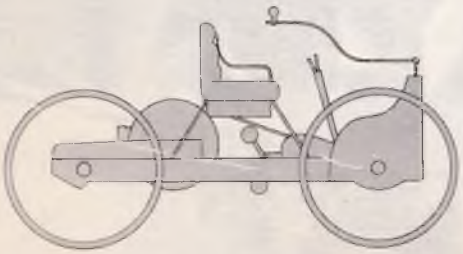
Otomatik yemek servisi: Yemek otomatı olarak, genellikle tamburlu sistemler kullanılır. Yiyecekler soğukta saklandığından, ürün, müşteriye iletilmeden önce bir MİKRODALGA fırınında, kısa zamanda ısıtılır. Yemeğin türüne göre değişen ısıtma süresi, genellikle bir dakika kadardır. Bazı otomatlarda da fırın yerine ısıtılmış bir bölme bulunur. Bu otomatlar, 24 saat hizmet gereği bulunan yerlerde ya da yemek servisi yapacak yeterli elemanın bulunmadığı iş yerlerinde kullanılır.

OTOMOBİL

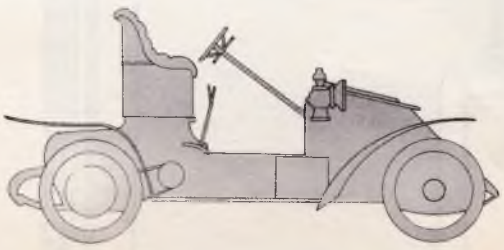
Mekanik ulaşım aracı yapmak, uzun yıllar insanoğlunun başlıca düşlerinden biri oldu. XVIII. yüzyılda buharla çalışan arabalar yapıldı. İÇTEN YANMALI MOTOR'la çalışan ilk otomobillerse, 1880 yıllarında geliştirildi. Otomobil bir tek kişi tarafından bulunmadı. Birçok kişinin ortak ya da ayrı ayrı çalışmalarının ürünü oldu.

1900 öncesi: İlk dört zamanlı içten yanmalı motor, gaz motorları konusunda uzun araştırmalardan sonra, 1876'da Nikolaus Otto tarafından bulundu. Otto'dan sonra Karl BENZ ve Gottlieb Daimler ayrı ayrı çalışarak, dünyanın ilk içten yanmalı motorla çalışan otomobillerini yaptılar. 1885'te yapılan Benz otomobili, boru biçiminde çelik şasili, iki kişilik ahşap gövdeli, üç tekerlekli bir otomobildi. Öndeki tek tekerleğe bir çubukla kumanda ediliyor, arkadaki iki tekerlek de zincirlerle döndürülüyordu. Tek silindirli benzin motoru, dört zamanlı, elektrik ATEŞLEME'li ve su soğutmalıydı. Motor, arka aksın üstüne yatay olarak yerleştirilmişti. Dakikada 250-300 devir yaptığı zaman, 0,5 BG ve 13-16 km/saat hız sağlıyordu.

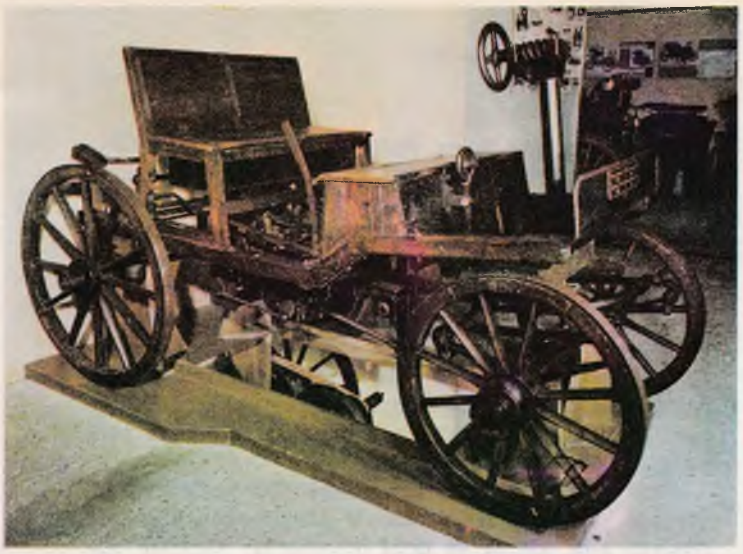
İlk dört tekerlekli model olan Daimler yapımı otomobil, 1,5 BG'lük, dakikada 900 devir yapabilen tek dikey silindirli motoru olan değişik bir araçtı. Bu model 1886 yılında yapıldı.



1900'den önce otomobillerin mekanik parçaları, düz bir plaka üstündeki uygun yerlere yerleştirilir, koltuklar yüksekte yeralırdı.



XX. yüzyılın ilk on yılında, mekanik sistemlerin yeri standartlaştı. Motor önde, oturulan yerler ortada, tahrik tekerlekleri arkada yeraldı.



1900 yılına kadar birçok ülkede çeşitli otomobil modelleri üretildi ve önemli yenilikler yapıldı: Maybach'ın 1892'de yaptığı şamandıralı KARBÜRATÖR; 1894'te direksiyon simidi (Vacheron); Michelin kardeşlerin şişme lastiği; Lanchester'in şaftlı transmisyonu (1895); Mors (V4) ve Daimler'in çok silindirli motorları; 1899'da petekli radyatör, vites değiştirme sistemi ve yere takılan gaz pedalı (Daimler); yaylı arka akslara şaftın hareketini ileten mafsal (Renault).

İlk otomobil yarışı 1895 yılında Fransa'da, Paris'ten Bordeaux'ya gidiş-geliş (1 200 km) olarak düzenlendi. Yarışı Emile Levassor'un kullandığı 4 BG'lük iki silindirli otomobil kazandı. Yarış 48 saat sürdü ve Levassor, Paris'e dönüş yolunda bir kez uyuya kalmasına karşılık, saatte ortalama 24 km hız yaptı.

1900-1920: XX. yüzyıl başlarında otomobil, artık, bir «atsız araba» olarak değil, modern ve etkili bir ulaşım aracı olarak değerlendirilmeye başlandı. Georges Bouton ve Kont Albert de Dion adlı iki Fransızın çalışmalarıyla, hafif ve yüksek hızlı motorlar yapıldı. Bouton ve Dion tarafından 1903 yılında geliştirilen «Populaire», 846 cm^3 hacimli, 18 kg ağırlığındaki motoruyla, 1 500 dev/dak'da 8 BG üretiyordu. Yüksek devirli ve hava soğutmalı olan bu motorda, modern platinli ateşlemeye çok benzeyen bir ateşleme sistemi kullanıldı.

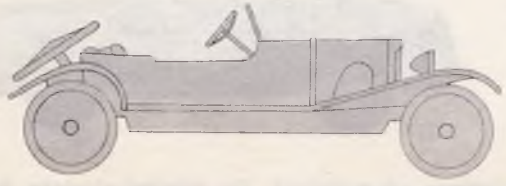
Motorda yüksek hız sağlayan yenilikler, fren ve vites sistemlerinin de geliştirilmesini zorunlu kıldı. İlk FREN'ler, atlı arabalarda ve BİSİKLET'lerde kullanılanlardan esinlenerek yapıldı. Tahta, kösele ya da metalden yapılmış bir blok, elle çalışan bir düzenek aracılığıyla tekerleğin kenarına bastırılır ya da

---

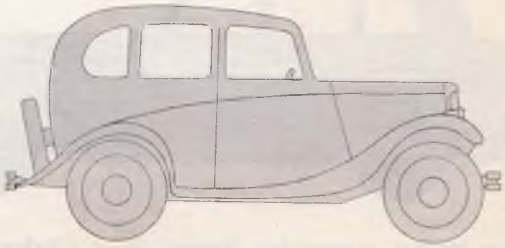
1897 model Bersey elektrikli taksi. (üstte solda) Arkada bulunan akülü elektrik motoruyla çalışan bu aracın en yüksek hızı, saatte 14 km'dir.

Avusturya'da 1875 yılında Siegfried Markus'un yaptığı otomobil. (üstte sağda) Tek silindirli, 3/4 BG'lük motor, araca 6 km/saat hız sağlıyordu.

1910 model Austin 10. (solda) Tek silindirli, yandan supaplı motoru ve üç vitesiyle bu araç, 1922 yılında yapılan ünlü Austin 7'ye öncülük etmiştir.



1920'de otomobillere kapılar ve ön camlar takıldı. Araçlar, dengeli olmaları için, uzun ve alçak yapılmaya başlandı.



1930'larda kapalı otomobiller çoğaldı. Gövde daha yumuşak bir biçim aldı.

arka tekerleklerdeki kampanaları dıştan sıkıştıran frenlerle birlikte şafta, sürtünmesi yüksek bir şerit etkirdi. 1908 yılında, o sırada kullanılmakta olan pamuklu dokumalardan çok daha etkili olan, asbestten yapılmış balatalar ortaya çıktı. 1902'de Frederick Lanchester, disk frenleri buldu. 1903 yılındaysa Mercedes şirketi, bir kampananın içinde genişleyen pabuçlardan yararlanan fren sistemini ortaya çıkardı. Dört tekerleği birden frenli ilk otomobili, 1911 yılında, İtalyan İsotta-Franchini şirketi yaptı.

1900 yıllarının başlarında, A.B.D'nde otomobil endüstrisi gelişmeye başladı. O dönemde A.B.D'nde, otomobile çok sayıda yenilik getirildi: OTOMATİK TRANSMİSYON (1904); bobin ve DİSTRİBÜTÖR'lü ateşleme (1908); elektrikli marş; şarj dinamosu; telefonlu otomobil (1911); hidrolik fren (1920). 1908'de ilk T model Ford üretildi. 1911'de A.B.D. Ford şirketinin günlük üretimi 1 000 otomobile çıktı. 19 yıllık üretim süresi boyunca, Ford şirketinde 15 milyonu aşkın otomobil yapıldı.

Birinci Dünya savaşı sırasında, seri üretim ve motorlar ile parçalarda standartlaştırma yönünde ilk adımlar atıldı. Böylece, hem üretim yöntemleri gelişti, hem de daha güvenilir ve verimli araçlar yapıldı.

1920-1940: İki dünya savaşı arasında Bugatti «Royale», Hispano-Suiza, Rolls Royce «Phantom III», Bentley 8 litre ve Delage gibi, üstün nitelikli otomobiller yapıldı.

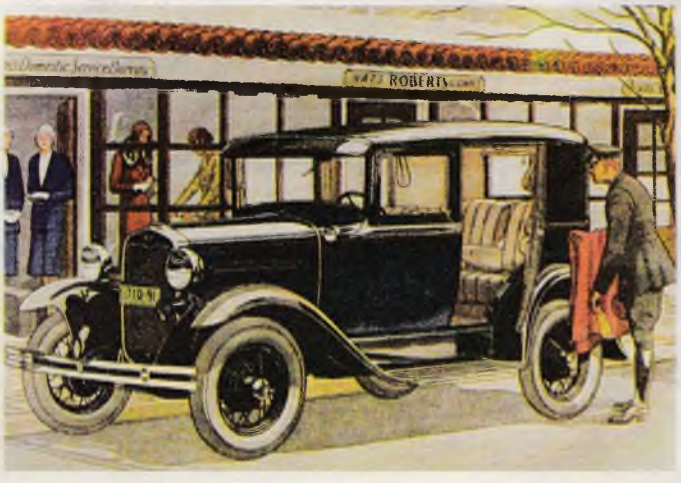
Öte yandan, seri üretim yöntemleri de geliştirildi. Ucuz, güvenilir ve rahat otomobiller üretildi. Ayrıca, otomobile geri vites lambaları, radyo, otomatik jigle, cam sileceği ve nikelaj gibi çeşitli aksesuarlar eklendi. Ekonomik durgunluk sırasında küçük firmaların çoğu, ya kapandı ya da büyük firmalara katıldı. Buna karşılık, daha elverişli üretim olanakları olan ve pazarlama alanında daha çok masrafı göze alan yeni kuruluşlar ortaya çıktı.

A.B.D'nde güçlü ve lüks otomobiller yeğleniyordu. Avrupalı üreticilerse, Austin 7 (İngiltere), Fiat 500 (İtalya) gibi, küçük ve ucuz otomobiller yaptılar. Almanya'da Ferdinand Porsche, Adolf Hitler'in de desteğiyle, sonradan Volkswagen adıyla tanınan KDF'yi yaptı.

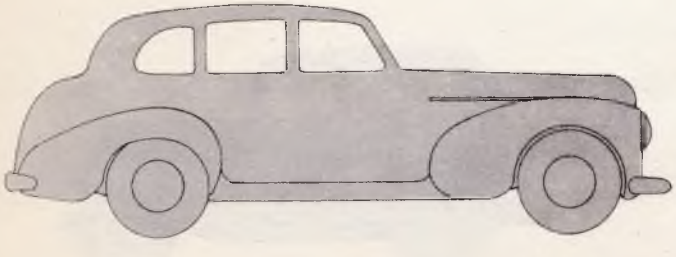
1940-1960: İkinci Dünya savaşı sırasında, özel otomobil yapımı büyük ölçüde kısıtlandı. Fabrikalar, askeri araç, cephane ve uçak parçaları üretiminde kullanıldı. Savaştan sonra otomobil yapımı yeniden başladığı zaman, savaş öncesi modellerin benzerleri yapıldı. Yeni modeller birkaç yıl sonra ortaya çıktı.

Yeni modellerin çoğunda, güçlü, yüksek sıkıştırma

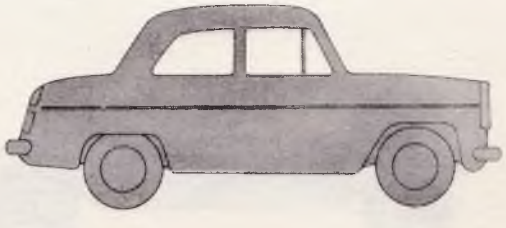
Seri üretim başlayınca, otomobillerin, montaj hattından çıkarken denetlenmesi zorunlu oldu. (üstte)



1931 model Ford De Lux Sedan (üstte), iki dünya savaşı arasında A.B.D'nde yapılan büyük, güçlü ve konforlu otomobillerin tipik bir örneğidir.



İkinci Dünya savaşından hemen önce ağırlaşıp büyüyen otomobiller, daha yalın ve yuvarlak hatlı bir görünüm kazandılar.



1950 yıllarının otomobilleri, dış görünümlerinin hâlâ yuvarlak hatlı olmasına karşılık, «üç kutulu» biçimde yalınlaştırılmıştı.

oranlı motorlar ve bağımsız ön süspansiyonlar vardı. Daha alçak ve uzun modeller geliştirildi. Şasisiz, hafif gövdeler yeğlendi; ön ve arka camlar bombeli yapılarak, görüş alanı genişletildi. Nikelajlar çok, hattâ bazen aşırı ölçüde kullanıldı. Dış biçim, otomobil endüstrisinin en önemli konularından biri haline geldi. Mekanik yönde bir öncekinden hiç bir farkı olmayan,birçok yeni model yapıldı.

A.B.D'nde Goodrich şirketi, 1948 yılında *tubeless* (iç lastiksiz) lastiği yaptı. 1950 yıllarının başlarında, HAVALI DİREKSİYON, havalandırma sistemi, çift far ve bombeli geniş camlar geliştirildi. CAM ELYAFI ile takviyelenmiş, hafif ve dayanıklı reçineler, 1953 yılında Chevrolet Corvette'in gövdesinde, Citroen DS19'un da üst levhasında kullanıldı.

Yakıt teknolojisindeki gelişmeler, daha yüksek sıkıştırma oranlarının kullanılmasına olanak verdi. Üstten supaplı, eksantrik mili üstte bulunan modeller, geliştirilmiş benzin ve ateşleme sistemleri, motorların, hacimleri büyütülmeden güçlerinin artırılmasına yol açtı. Güç / ağırlık oranının artması, ivme, en yüksek hız, yolu kavrama ve fren verimi yönünden de olumlu sonuçlar sağladı.

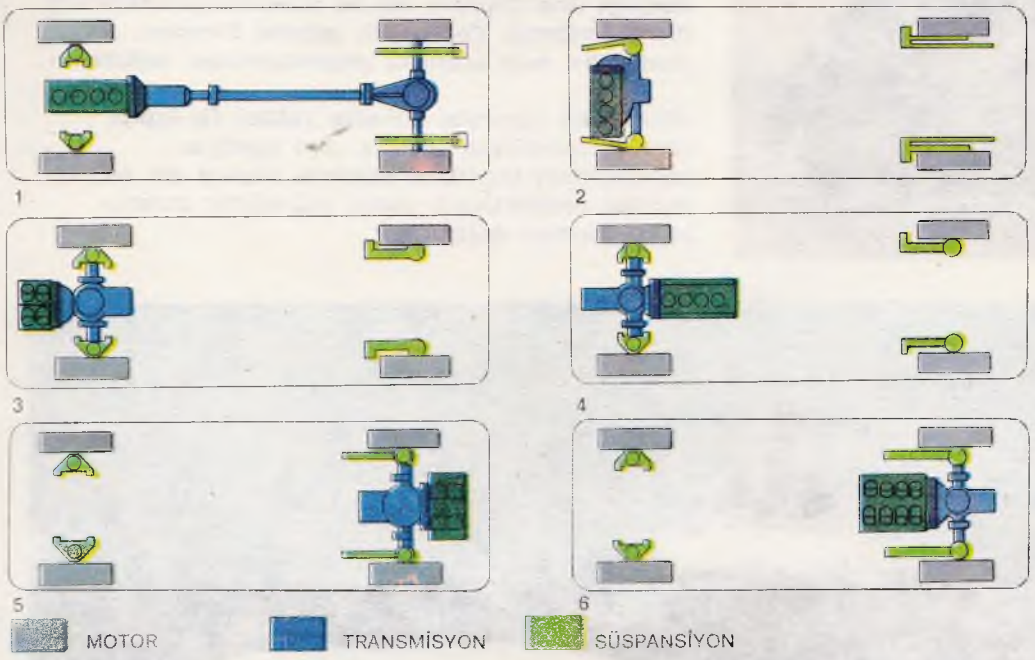
Isınmadan, tamburlu frenlere oranla daha az etkilenen disk frenler yaygınlaştı. 1953'te yapılan radyal lastikler, yolu kavrama ve fren özelliklerini olumlu yönde etkiledi. Pahalı oldukları için, eskiden yalnızca üstün nitelikli otomobillerde kullanılan bu tür lastikler, günümüzde her cins otomobile takılmaktadır.

Araçların içlerinde, yeni plastik malzemeler geniş olanaklar yarattı. Gövdenin rengine uygun çeşitli renk ve desenlerde döşemeler hazırlandı. Eskiden bütün otomobillerde bulunan BASINÇÖLÇER ile AMPERMETRE'nin yerini, daha ucuz ve yalın (ama, o ölçüde bilgi vermeyen) uyarı ışıkları aldı.

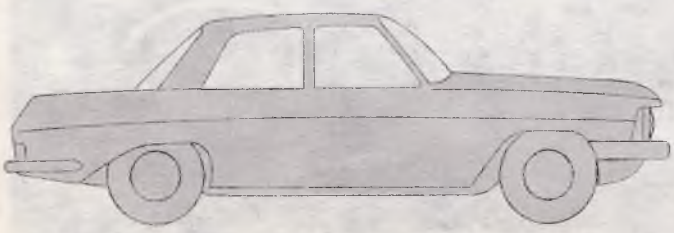
1960'tan sonra: 1960'tan sonra, otomobil yapımında güvenlik ve ÇEVRE KİRLENMESİ DENETİMİ konuları ağırlık kazanmaya başladı. Mekanik gelişmeler, daha yüksek hız, yolu daha iyi kavrama, daha üstün fren ve ivme gücü sağladı. Buna karşılık, birçok ülkede hız kısıtlamaları kondu.

Otomobiller, daha rahat ve daha kolay kullanı-

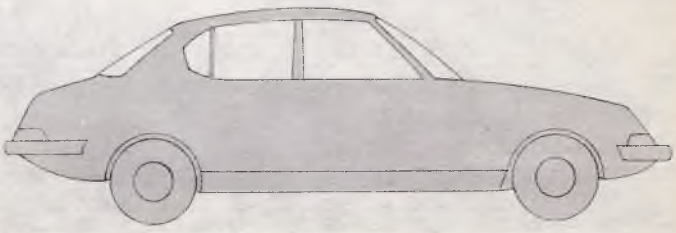
Otomobillerde mekanik parçaların takıldığı yerler, büyük farklılıklar gösterebilir.



1. *Öndeki motorun arka tekerleklere bağlı olduğu düzen.*
2. *Önde enine motor; önden çekiş. Leyland, Fiat, Renault, Peugeot.*
3. *Ön tekerleklerden ilerde yeralan, boyuna yerleştirilmiş motor; önden çekiş. Saab, Audi, vb.*
4. *Önde, tekerleklerden geride yeralan, boyuna yerleştirilmiş motor; önden çekiş. Citroen, Renault.*
5. *Motoru arka tekerleklerin gerisinde bulunan otomobiller. VW, Porsche, Fiat, vb.*
6. *Arka tekerleklerin önünde yeralan «ortadaki» motor. Spor ve yarış otomobilleri.*



1960 yıllarında otomobiller, daha uzun, alçak ve ağır yapıldı. Düz, yalın hatlar, sert köşelerle sınırlandı.



1970 yıllarında otomobillerde, arkada yükselen, aerodinamik çizgiler ağırlık kazandı.

lır olmaya başladı. Eskiden yalnızca özel olarak eklenen ısıtma ve havalandırma sistemleri, küçük ve ucuz otomobillerin standart donanımı haline geldi. Otomatik vites, havalı fren ve havalı direksiyon da yaygınlaştı.

Elektrik sistemi, dinamonun yerini alan ALTERNATÖR'le desteklendi. Sigortaların yerini, devre kesenler aldı (Bk. SİGORTALAR VE DEVRE KESENLER).

Motor yapımındaki en önemli gelişmelerden biri de, WANKEL MOTORU'nun bulunmasıydı. Bu motorda, alışılmış pistonlar ile krank milinin yerini, üç bölümlü bir tek rotor aldı. Bu türden ilk motoru, 1957 yılında Almanya'da Felix Wankel yaptı. 1964'te NSU şirketi, Wankel motorlu «Spyder»ı üretti. Onu, birkaç yıl sonra, RO80 izledi.

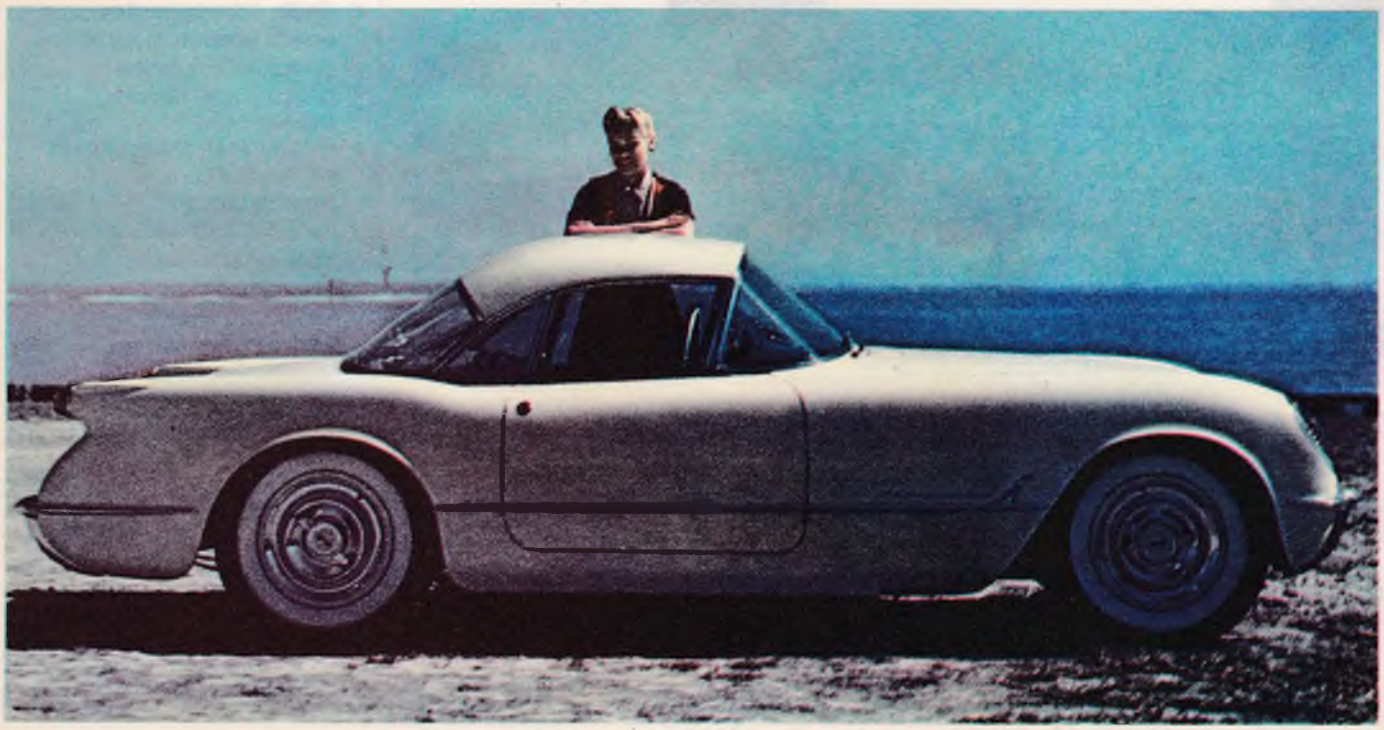
İlk Mercedes C111 ile Japon otomobillerinden Mazda'ların çoğunda da, hafif, küçük, güçlü ve sarsıntısız Wankel motorları kullanıldı. Bu motorda rotor segmanları çabuk aşınıyordu; ama sorunun üstesinden gelmek için uzun araştırmalar yapıldı.

Motor: Otomobillerin en önemli parçası, yakıttaki (benzin) gizli enerjiyi, mekanik enerjiye ya da harekete dönüştüren motorlardır. Benzini depodan, ya elektrikle ya da mekanik olarak (motordan hareket alan) çalışan benzin pompası çekip, KARBÜRATÖR'e iletir. Karbüratör, yakıtı buharlaştırarak, yanıcı bir yakıt-hava karışımı oluşturur. Karışım oranı, gaz pedalına basıldıkça değişir. Giriş manifoldundan geçen karışım, emme supapları aracılığıyla silindirlere iletilir. Yükselen pistonla bu patlayıcı karışım sıkıştırılır ve bölümün üstünde bulunan BUJİ'nin oluşturduğu yüksek gerilimli kıvılcımla ateşlenir. Böylece, piston aşağı itilir, egzoz supabı açılır ve yanmış gazlar egzoz manifolduna atılır. Manifolddan, oluşan patlamaları çevreyi rahatsız etmeyecek düzeye indiren susturucuya geçen gazlar, egzoz borusuyla dışarı atılır.

Her piston, bir kolla krank miline bağlıdır. Motor

1936-1948 yılları arasında yapılan Fiat 500 «Topolino». (solda) «Miki Fare»nin İtalyanca karşılığı olan Topolino adı, bu otomobile, görünüşünden ötürü verilmişti. Çok sayıda yapılan Topolino, otomobilin halk arasında yaygınlaşmasını sağlamıştır.

1953 model Chevrolet Corvette. (altta) İki kişilik olan bu otomobilin gövdesi, cam elyafıyla sertleştirilmiş plastikten yapılmış, böylece güç ve hafiflik birleştirilerek, aracın güç/ağırlık oranının elverişli olması sağlanmıştır.



boyunca uzanan bu mil, pistonun yukarı-aşağı hareketini, dönme hareketine dönüştürür. Krank milinin ucunda bulunan ağır volan, motorun sarsıntısız çalışması için gereken momentumu sağlar. Etki eden kuvvetler çok büyük olduğundan, krank mili (bütün hareketli motor parçaları gibi), mekanik bir pompanın karterden ilettiği yağla sürekli olarak yağlanır.

Motorun verimli çalışması için, emme ve egzoz supaplarının, tam gerektiği anda, pistonun hareketiyle bağlantılı olarak açılıp kapanması gerekir. Bu yüzden, krank mili, «eksantrik mil» adlı bir başka mile (zincirle) bağlanarak, onu da birlikte döndürür. Üstünde çeşitli KAM'lar bulunan bu mil döndükçe, kamların karşılarındaki tapetleri, bunlar da külbitörleri iter ve böylece yaylı supaplar, pistonun hareketine bağlı olarak açılıp kapanır. Bazı yüksek performanslı otomobillerde, kam mili, supap düzeneğinin üstünde yeralır. Böylece, tapetlere ve külbitörlere gerek kalmaz ve sürtünme azaldığından, motorun verimi artar.

Tıpkı supapların tam gerektiği anda açılıp kapanması gibi, bujide oluşan kıvılcımın da duyarlıkla zamanlanması gerekir. Bu işlemi ATEŞLEME SİSTEMİ gerçekleştirir. Bujinin çakması için gereken akım, akümülatörden sağlanır. Aküler çoğunlukla, 12 voltluk doğru gerilim verir. Akünün gerilimi, DİSTRİBÜTÖR'deki platinin uçları arasına uygulanır. Silindirlerde ateşleme için gereken akımı, distribütör gönderir. İyi bir kıvılcım oluşması için, 12 voltluk gerilim (platinler üstünden), İNDÜKSİYON BOBİNİ'ne uygulanarak, yaklaşık 30 000 volta yükseltilir. Bu gerilim, bujilere iletilir ve buji aralığından şasi elektroduna atlayarak, ateşleme kıvılcımını oluşturur.

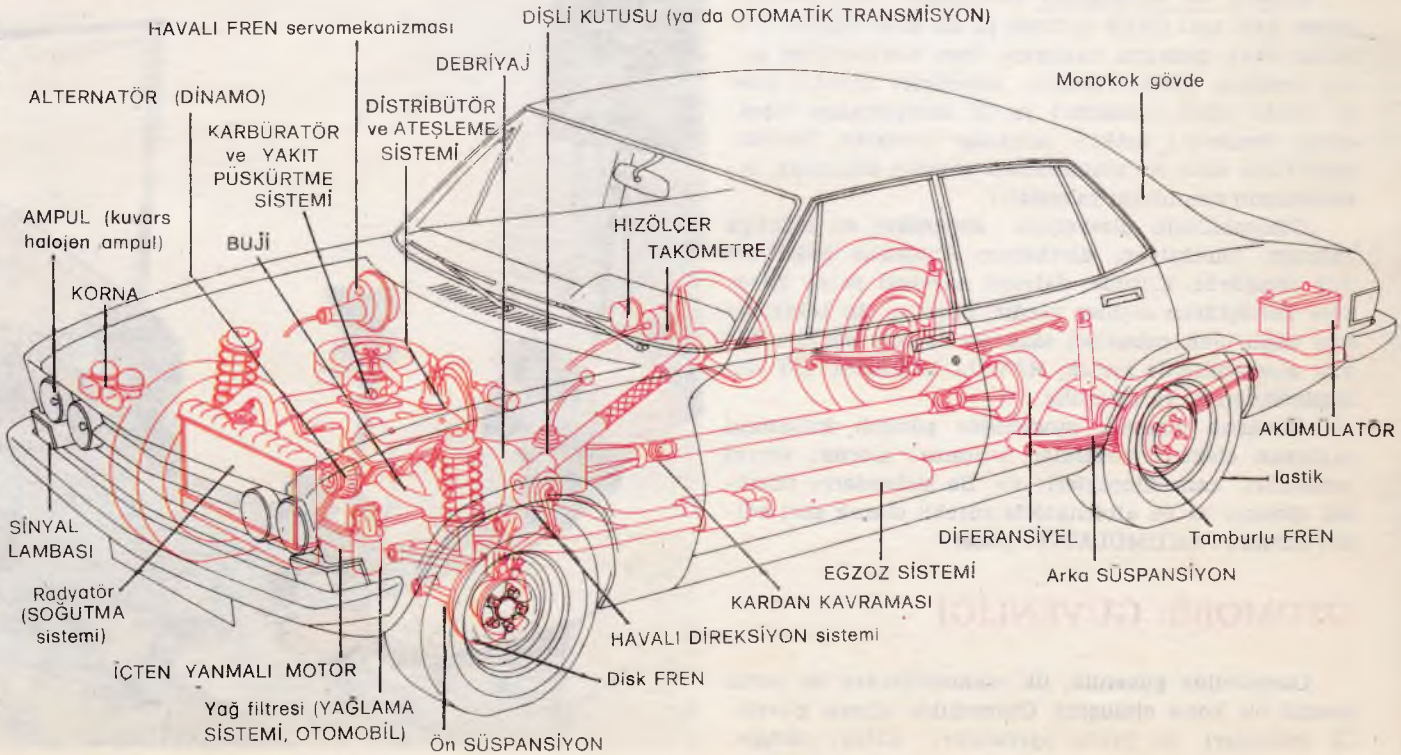
Sürekli patlamalarla çalışan motor, doğal olarak, ısınır. Bu yüzden motorların çoğu, pompa yardımıyla silindir bloğunun içinden geçirilen suyla soğutulur. Bu sırada ısınan su, daha sonra radyatörde yeniden soğur. Radyatörün arkasında yeralan vantilatör, olukların arasından içeri hava çekerek, SOĞUTMA SİSTEMLERİ'nin etkisini artırır.

Vantilatör ile su pompasını, krank milinden hareket alan bir kayış çalıştırır. Aynı kayış, akümülatörü sürekli olarak şarj eden DİNAMO'yu ya da ALTERNATÖR'ü de çalıştırır.

Aktarma organları: Otomobil ağır bir araçtır. Düşük hızlarda, üstesinden gelinmesi gereken EYLEMSİZLİK'i vardır. DİŞLİ KUTUSU'nun görevi, motorun gücünü etkili bir biçimde kullanarak, tekerleklere en verimli biçimde iletmektir. Vites değiştirilirken, motorun dişli kutusuyla bağlantısının kesilmesi gerekir. Bu işlemi DEBRİYAJ gerçekleştirir.

Krank milinin ucundaki volanın karşısında, üstü, sürtünmesi fazla bir malzemeyle kaplanmış bir levha ya da disk bulunur. Dişli kutusunun giriş miline bağlı olan bu disk, yaylarla volanın üstüne bastırılır. Debriyaja basıldığı zaman, disk volandan ayrılır; böylece, motorun tekerlekler ve dişli kutusuyla bağlantısı kesilir. OTOMATİK TRANSMİSYON kutularında otomatik debriyajlar vardır. Bunlar, ya sıvı basıncıyla çalışan *tork konvertörleri* ya da merkezkaç kuvvetin etkisiyle çalışan merkezkaç debriyajlardır.

Orta ya da büyük bir otomobilin parçaları. Büyük harfle yazılan parçalar «Nasıl Çalışır»ın ilgili maddelerinde ayrıntılı biçimde anlatılmış, açıklanmış ve çizimlerle gösterilmiştir.



Dişli kutusunda, tekerleklere gücü ileten karmaşık bir dişli sistemi yeralır. Dişli kutusunun içinde, birbirine paralel üç mil vardır. Bunlardan biri, debriyaj aracılığıyla motora, ikincisi de şafta bağlıdır. Üçüncü mil, üstünde yeralan çeşitli dişlileri öteki dişlilere kenetleyerek, değişik vitesler sağlar. Vites kolunun hareketi, her biri farklı bir oran sağlayan dişlileri birbirinin karşısına getirir. *Senkromeşli sistemler*de. kenetlenmeden önce, iki dişlinin de hızları birbirine uydurulur, böylece kenetleme sırasında aşınmaları önlenir. Otomatik dişli kutularında, PLANET MEKANİZMALARI, otomatik olarak değiştirilir.

Otomobil boyunca uzanan şaftın öteki ucu, bir KARDAN KAVRAMASI aracılığıyla DİFERANSİYEL'e bağlanır. Diferansiyel dişlileri, hareket düzlemini değiştirdikleri gibi, tekerlekleri hareket ettiren iki ayrı aksın farklı hızlarla dönmesine de olanak verir. Bu özellik, virajlarda, dış yandaki tekerleğin daha hızlı dönmesini gerektiren durumlarda önemlidir. Otomobillerin dört tekerleği de, sürtünmeyi azaltmak için rulmanlara takılmıştır.

Süspansiyon: Tekerleklerin dikey hareket edebilecek biçimde yerleştirilmesi, otomobilin içindekilerin sarsıntısız yolculuk etmeleri açısından önemlidir.

Bu amaçla tekerlekler, otomobilin gövdesine SÜSPANSİYON sistemi aracılığıyla bağlanır. Bu sistemler iki türlüdür. Makaslı sistemde, üst üste dizilmiş yarı esnek, kat kat yaprak yaylar vardır. Makasın iki ucu şasiye, ortası da aksa bağlıdır. Sarmal yaylı sistemdeyse, doğrudan doğruya aks ile şasi arasına yerleştirilmiş güçlü bir yay bulunur. Sisteme ayrıca, apansız vurmalara karşı yayın hareketini sönümlendiren amortisörler eklenmiştir.

Frenler ve direksiyon: Otomobilin dört tekerleğinde, ayrı ayrı FREN diskleri ya da kampanaları bulunur. Fren pedalına basılınca, fren merkezinden gelen basınçla tekerleklerdeki silindirler hareket eder ve diskin (disk frenlerde) ya da kampananın (tamburlu frenlerde) üstüne balatalar bastırılır. Sürtünmesi fazla olan bir malzemeden yapılan balatalar, tekerleklerin dönmesini yavaşlatır.

Otomobillerin direksiyon sistemleri de oldukça yalındır. Direksiyon, direksiyon kutusuna bağlı bir mili döndürür. Kutuda, dairesel hareketi yatay harekete dönüştüren dişliler vardır. Böylece, ön tekerleklere bağlı olan çubuklar, sağa ya da sola çekilir. Büyük otomobillerde ayrıca, HAVALI DİREKSİYON sistemlerinden de yararlanılır.

Bunların dışında, otomobilde güvenli kullanımı sağlayan elektrik sistemleri bulunur: Korna; sinyal lambaları; cam silecekleri; vb. Bu sistemlerin tümünü, dinamo ya da alternatörle sürekli olarak şarj edilen kurşunlu AKÜMÜLATÖR besler.

OTOMOBİL GÜVENLİĞİ

Otomobilde güvenlik, ilk otomobillerden bu yana önemli bir konu olmuştur. Otomobilde alınan güvenlik önlemleri, iki gruba ayrılabilir: *Etkin; edilgin.* Etkin güvenlik önlemleri, kaza olasılığını azaltmak için alınır. Edilgin önlemlerse, çarpışma sırasında görülen zararı azaltmayı amaçlar.

Etkin güvenlikte önemli olan özellikler, FREN'ler, yolu kavrama, denge, ışıklar, görüş açıklığı, lastikler ve sürücünün otomobili denetleme kolaylığıdır.

Frenler: Son yıllarda frenler büyük ölçüde değiştirilmiş ve tamburlu frenlerin yerini, disk frenler almıştır. Tamburun içini dışarı doğru iten balatalar yerine, yanlardan bir kıskaçla kuvvet uygulanan balataların sıktığı bir disk takılmaktadır. Disk frenlerin en önemli üstünlüğü, çabuk aşınmamaları ve tamburlarda aşırı ısınma göstermemeleridir. Yakın gelecekte, kilitlenmeyen frenler uygulamaya konacaktır. Başlangıçta uçaklar için geliştirilen bu sistemler, tekerlekleri kayma durumuna getirecek kadar yavaşlatmakta ve sonra bir miktar dönmeye izin vermektedirler. Bu durum, en hızlı durma süresini sağlamakta ve otomobilin denetimden çıkmasına yolaçacak bir tekerlek kilitlenmesi olasılığını ortadan kaldırmaktadır.

Lastikler: 1950 yıllarından bu yana, lastikler de önemli değişiklikler geçirmiştir. Yapısına yeni maddeler katılarak lastiğin kayma direnci artırılmış ve son yıllarda, apansız patlamanın yolaçacağı tehlikeleri önleyen yeni tipler geliştirilmiştir. Bunların en ilgi çekicilerinden biri, dar bir tekerleğe takılan lastiktir. Bu tür lastiğin havası bütünüyle boşalsa da, te-

kerlek, lastik kenarlarına zarar vermeden döner. Buna ek olarak, lastiğin içinde özel bir sıvı vardır. Bu sıvı, sönmüş lastik dönerken buharlaşarak, lastiğin yeniden şişmesini sağlayacak bir iç basınç ortaya çıkarır.

Görüş: Polarmalı far sisteminin üstünlükleri, uzun yıllar tartışma konusu olmuştur. Böyle bir sistemde, belirli bir düzlemde polarılmış ışık üreten farlar vardır. Ayrıca, bütün otomobillerin ön camlarının, karşıdan gelen aracın ışığını yok edip, öndeki görüş mesafesini koruyacak biçimde yönlendirilmiş polarıcı camdan yapılması düşünülmüştür. Kuramsal bakımdan çok çekici olan bu sistem, uygulamaya pek elverişli değildir. Bütün aydınlatma sistemlerini değiştirmek, aşağı yukarı olanaksızdır. Ayrıca, kazaların büyük bir bölümünün nedeni ışık olmadığından, bu tür bir uygulamanın sağlayacağı yararlar, yapılacak masrafları karşılamaz.

Aracın hızı gibi bilgileri ön camda gösteren bir aygıt da geliştirilmektedir. Bu aygıtın oluşturduğu görüntü, sürücünün gözünü değişik uzaklıklara odaklamaması için, camın bir miktar önünde belirir. Böylece sürücünün, hıza ve otomobilinin öteki işlevlerine ilişkin bilgiyi, gözünü yoldan ayırmadan alması sağlanacaktır.

Güvenlik araştırmaları: Son on yıllık dönemde, otomobil güvenlik araştırmalarının başlıca amacı, edilgin önlemlerin artırılması olmuştur. Bu alanda sağlanabilecek temel önlem, çarpışma sırasında, otomobildeki kişinin üstüne zararlı olabilecek miktarda yük binmesini önlemektir. Güvenlik kemeri bu amaçla geliştirilmiştir. Böylece, sürücü ve yolcuların, otomobilin iç bölümlerine çarpma olasılığı azaltılır. İkinci önlem de, sürücü ve yolcuların çarpabileceği yapıların, çabuk dağılacak ya da vurma hızını kesecek biçimde yapılmasıdır.

Bu amaçla yapılan çalışmalarda, bedenin dayanabileceği kuvvetlere ilişkin ayrıntılı bilgi edinmek gerekir. Ne var ki, biyomekaniğin bu dalı yeterince gelişmemiştir. Düşük hızlı çarpışmalarda gönüllülerle çalışılabilmekte, yüksek hızlı çarpışmalarda da manken kullanılmaktadır. Ancak, manken ile insan oldukça farklıdır ve bu farklar, çarpışma sırasında çok önemli olabilir. Sorunun bir ölçüde de olsa üstesinden gelmek için, çalışmalarda bazen insan kadavraları kullanılmaktadır.

Güvenlik kemerinin yanı sıra, çok küçük çocukların güvenliği için özel koltuklar da yapılmaktadır. Ama bunların çoğu, otomobilin arka koltuğuna iyice tutturulmadığından yararsızdır. Resimde (altta solda), bir mankenle yapılan deneyde, bu tip bir koltuğun kolayca fırladığı görülmektedir. Altta sağdaysa, otomobilin çerçevesine bağlanmış bir koltuğun daha güvenli olduğunu ortaya koyan resim yeralmaktadır.

Çarpışma sırasında yaralanma olasılığını azaltma konusuna köklü çözümlerin getirilememesine karşılık, bu alanda önemli gelişmeler gerçekleştirilmiştir: Güvenlikli kapı kolları; güvenlik camı; amortisörlü direksiyonlar ve direksiyon kolonları; baş koruyucuları; çeşitli güvenlik kemeri sistemleri.

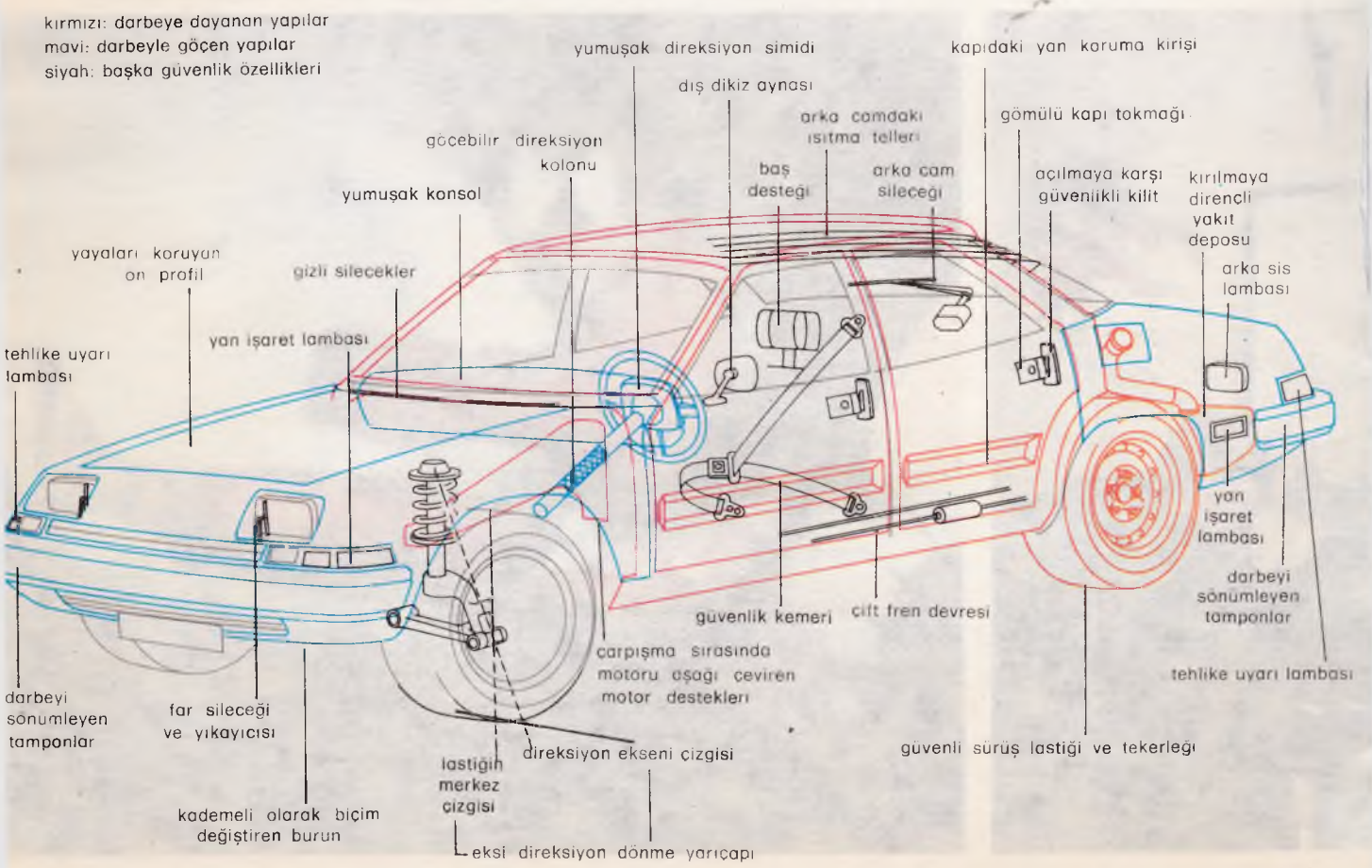
Güvenlik camı: Otomobilin önüne takılan güvenlik camları, 1930 yıllarında ortaya çıkmış ilk edilgin güvenlik önlemlerinden biridir. Ama kullanılışı hâlâ tartışma konusudur. Kuzey Amerika ve İskandinavya'da, bir saydam plastik tabakayla ayrılan iki tavlanmış cam tabakasından oluşan yapı yeğlenmektedir. Avrupa'nın geri kalan bölgelerinde ve Japonya'daysa, daha ucuz olması nedeniyle, ısıl işlemle iç gerilmeleri önlenmiş cam kullanılmaktadır. Bu, tek tabakalı bir türdür ve kırılınca, keskin kenarları olmayan küçük parçalara ayrılır. Son yıllarda, plastik ara tabakanın özelliklerinin değiştirilmesiyle, tabakalı cam da geliştirilmiştir. Araştırmalar, bu yeni tabakalı camın, ısıl işlemden geçirilmiş camdan dört kat daha güvenilir olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ne var ki, tabakalı camın pahalı olması nedeniyle, ısıl işlemden geçirilmiş camın kullanımının yasaklanması doğrultusunda karar alınamamaktadır.

Güvenlik kemerleri: Güvenlik kemerlerinin yararları kesin olarak ortaya konmuştur. Araştırmalar, kazaların yolaçtığı ölüm ya da ağır yaralanma olaylarının % 50'sinin, güvenlik kemerleriyle önlenebileceğini göstermektedir. Otomobilin öndeki bir nesneye çarpması durumunda güvenlik kemeri, sürücü ve yolcuların koltuktan fırlamalarını engeller. Ancak, böyle bir sistemin etkili olabilmesi için, olabildiğince az gevşeme göstermesi ve güvenlik kemerine binen yüklerin kısa sürede kaldırılması önemlidir.

Kemere, çarpışmayı algılayıp, saniyenin binde biri gibi kısa bir süre içinde gevşekliği giderecek bir aygıt yerleştirilebilir. Yükü sınırlamak için de, kemerlerin bir bölümü, kolayca kopan dokumalardan yapılmaktadır. Bunlar, yük önceden belirlenmiş bir düzeye ulaşınca koparak, kemerin yavaş yavaş genişlemesini sağlarlar. Böylece yolcunun ileri doğru hareketi, aşağı yukarı değişmez bir yük altında gerçekleşebilir.

Günümüzün güvenlik kemerlerinin en önemli sakıncası, koltukların ayarlanabilir olmasına karşılık, kemerlerin doğrudan otomobile bağlanmasıdır. Bu yüzden, çok uzun ya da kısa insanlar söz konusu olduğunda, güvenlik kemerinden istenen sonuç alınamaz. Çarpışma sırasında kemerin yükü, gövdenin yumuşak bölgelerine, özellikle karın dolayına etkir. Oysa doğru olarak yerleştirilmiş bir kemerde yük, leğen kemiği çevresine biner. Yakın gelecekte bu sorunun,

Bir otomobilde bulunması gereken güvenlik önlemlerinden bazıları.



doğrudan oturma yerine bağlı olan ve onunla birlikte ayarlanabilen güvenlik kemerleriyle çözüleceği sanılmaktadır.

Hava tamponları: Güvenlik kemerlerinin yerini alabilecek yeni yöntemlerden biri de HAVA TAMPONU'dur. Hava tamponu üç parçadan oluşur: Çarpma sırasında ortaya çıkan kuvvetlere karşı duyarlı bir aygıt; yüksek basınçlı bir gaz tüpü; bir naylon torba. Kaza sırasında algılayıcı aygıt, gaz tüpüne sinyal gönderir ve saniyenin onda biri kadar bir süre içinde, gaz tüpü torbayı şişirir. Ne var ki, sistemin yalnızca önden gelen darbelerde yararlı olması ve bu tür çarpışmaların toplam trafik kazalarının % 60'tan azını oluşturması nedeniyle, hava tamponunun etkisinin sınırlı olduğu görülmüştür. Ayrıca, hava tamponu, pahalı bir aygıttır. Birçok mühendis, bu paranın, otomobilin başka parçalarına harcanmasının daha yararlı olacağını ileri sürmektedir.

Kapı kilitleri: Açılmaya karşı güvenlikli kapı kilitleri oldukça ucuzdur ve güvenlik önlemlerinin en başarılı sonuç veren öğelerinden biridir. Trafik kazalarında otomobilden fırlama, çeşitli bakımlardan çok tehlikelidir. Bu nedenle, çarpışma sırasında kapıların kapalı kalması çok önemlidir. Kapı çerçevesine monte edilmiş bir halkaya ya da düzleme giren bir parçası olan, açılmaya karşı güvenlikli kapı kilidi, her yönden gelebilecek 1 500 kg'a kadar kuvvetlere (hem içerden, hem dışardan) dayanabilecek yapıdadır. Sonuç olarak, 1956 yılı istatistiklerine göre ölümle sonuçlanan trafik kazaları arasında ilk sırayı aldığı saptanan fırlama, böylece önlenebilmektedir.

Direksiyon kolonları: Direksiyon ve kolonun, trafik kazalarında sürücü yaralanmalarının ana kaynağı olduğu belirlenmiştir. Bu amaçla, amortisörlü ve sürücüye saplanmayan yapılar ortaya çıkarılmış; ama birbirinden oldukça farklı olan bu sistemlerden bazılarının, bütünüyle yararsız olduğu anlaşılmıştır. Enerji soğuran kolonların, iki işlevi yerine getirmesi gerekir. Bunların birincisi, çarpışma sırasında, direksiyonun ve kolonun geriye itilmesini engellemektir. Böylece, direksiyon kolonunun, sürücünün göğsüne saplanması önlenebilir. İkinci işlevse, sürücü direksiyon simidine çarptığında, bu darbeyi dayanılabilir düzeye indirmektir. Başka bir deyişle, direksiyon simidinin, sürücünün ağırlığı altında yavaşça biçim değiştirmesi gerekir. Ayrıca, direksiyon simidinin, sürücünün yüzüne ya da karnına değil, göğsüne çarpacak konumda durması da sağlanmalıdır. Bu sorunlar, henüz bütünüyle çözülmemiştir. İnsan göğsünün çarpma etkisine dayanıklılığı konusunda daha ayrıntılı bilgiler sağlanmadıkça, köklü bir çözüm bulmak oldukça zordur.

Baş destekleri: Otomobillere arkadan çarpılması da, oldukça sık raslanan trafik kazaları arasındadır. Arkadan çarpmalarda, araç, birden ileri doğru hızlanır, bunun sonucu olarak da sürücü ve yolcuların başı arkaya doğru savrulur. Bu tür tehlikeleri önlemek için, bazı ülkelerdeki otomobillere baş destekleri takılmaktadır. Ne var ki, bunların çoğu yetersizdir. Sözgelimi, bütün baş destekleri ayarlanabilir biçimde olan, A.B.D'nde yapılan anketler, bunların % 80'inin, hiç bir zaman yerlerine tam takılmadığını göstermiştir. Bu nedenle, koltuğa bağlı baş desteklerinin daha iyi bir çözüm olduğu düşünülmektedir.

Yayalar: Trafik kazalarına karşı alınacak güvenlik önlemleri alanında, günümüze kadar yalnızca, araç içindeki kişilerin korunması konusunda çalışmalar yapılmıştır. Oysa, yayalar da ciddi tehlikelerle karşı karşıyadır. Bu amaçla yapılan ilk çalışma, çarpma sırasında yayaya en az zarar verecek çamurluk yüksekliğinin araştırılmasıdır. Bazı ülkelerde, otomobillerin önüne ve yanlarına, keskin ya da tehlikeli çıkıntılar takmayı yasaklayan yasalar konmuştur.

OZON Bk. OKSİJEN

Bir Mercedes 600'ün 50 km/saat hızla duvara çarpma deneyi. (altta)

Ö

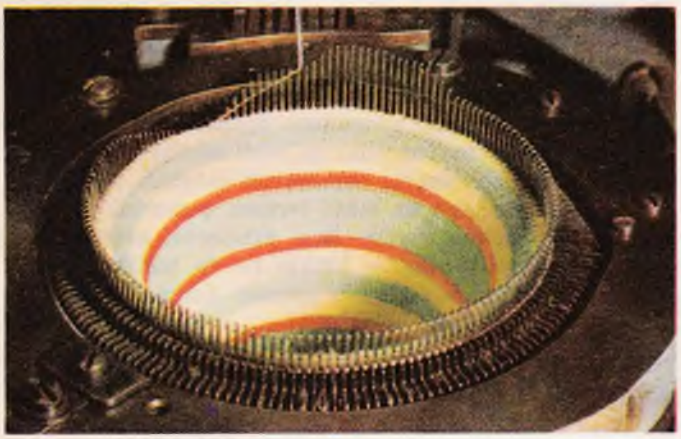
ÖLÇME SİSTEMLERİ Bk. BİRİM SİSTEMLERİ

ÖRGÜ MAKİNASI

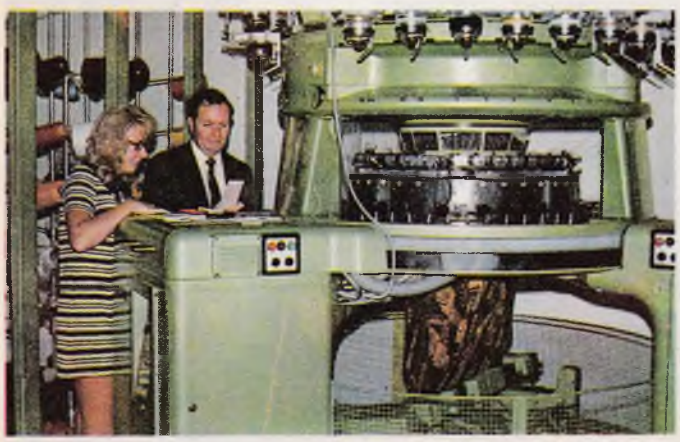
En eski örgü örnekleri, Mısır'daki Antinoe kenti dolaylarında bulunmuştur. Dünyanın ilk örgü makinası *(trikotaj makinası)* da, 1589'da Calverton'da (İngiltere) William Lee tarafından çizilmiş ve yapılmış, bu buluş, trikotaj endüstrisinin kurulmasına yolaçmıştır. Endüstri devriminden sonra örgü makinalarına motor takılmış ve sürekli dönme hareketiyle boru biçimli kumaş ören, yuvarlak makinalar yapılmıştır.

Makina tığları ya da iğneleri: Örgü makinalarının temel parçası, tığ ya da iğnedir. İki tür tığ vardır: *Gagalı*; *paletli*. Gagalı tığ, 1589'da Lee tarafından bulunmuştur. Paletli tığsa, İngiliz Matthew Townsend tarafından 1849'da geliştirilmiştir. Paletli tığın bir mil üstüne oturtulmuş bir paleti vardır ve ilmekleri aşağı-yukarı hareket ederek yapar. Evlerde kullanılar makinalarda, bu tip tığ yaygındır. Gagalı tığın, yay gibi uzun bir gagası vardır. Bu gaga, tığın her hareketinde kapanır. Gagalı tığ, çalışması paletli tığınkinden daha karmaşık olmasına karşılık, günümüzde örgü makinalarında yaygın biçimde kullanılmaktadır. Bunun bir nedeni, gagalı tığın küçük boyutlarda yapılabilmesi, ikinci nedeni de, giysiye istenen modeli makina üstünde veren örgü makinalarında kullanılabilmesidir. Gagalı tığla örgüde, önce iplik, zincirleme ilmekler haline getirilir. Tığ aşağı inerken bir *baskı*, gagayı kapatır. Böylece yeni ilmek, eski ilmeğin içinden çekilir.

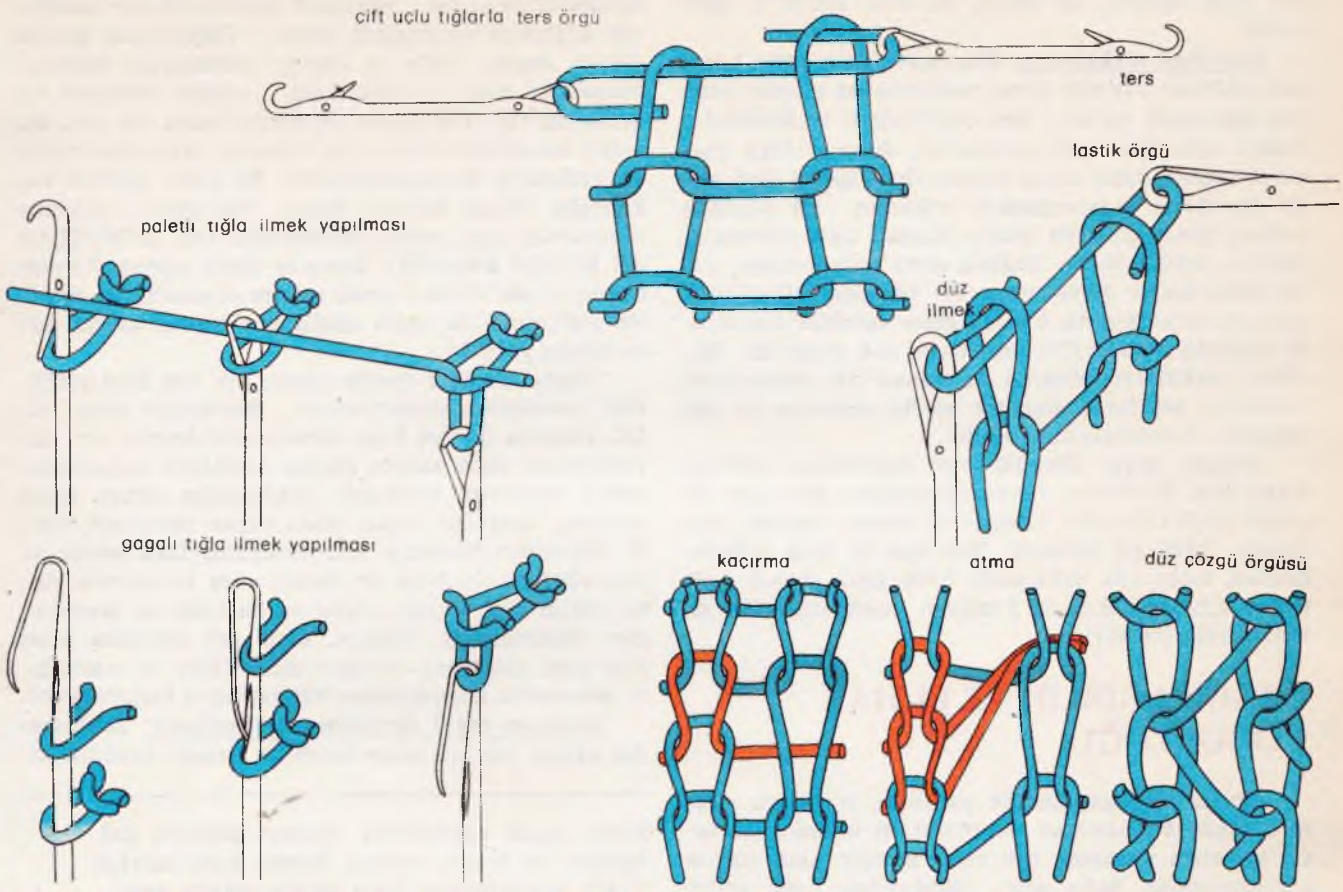
Paletli tığla yapılan örgüde, hareket süreklidir. Tığlar aşağı inerken, ipliği alıp eski ilmeklerin içinden çekerek, yeni ilmekler ortaya çıkarırlar. Tığ ne kadar aşağı inerse ilmek o kadar büyük olur.

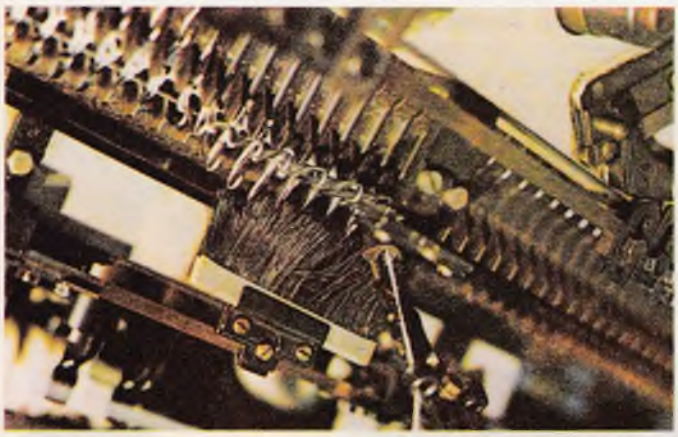


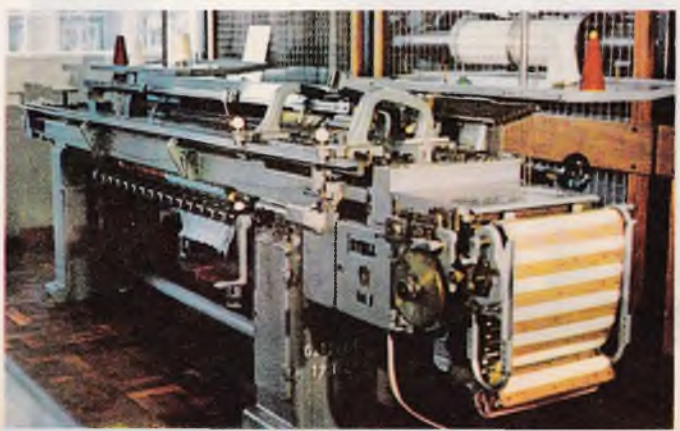
1923'te yapılmış paletli tığlı yuvarlak örgü makinası. (üstte) Dikişsiz çorap yapımında kullanılmıştır. Çift yüz jarse kumaş dokuyan, elektronik denetimli yuvarlak örgü makinası. (altta)



İç çamaşırı ve gömleklik kumaş dokuyan, çözgülü örgü makinası. (altta) Bu tür makinalar dantel ve halı dokumak için de kullanılır.







Dairesel örgü makinaları: Bunlar yüksek hızlı üretim makinalarıdır ve örgü makinasının türüne göre, *tek yüz jarse*, *çift yüz jarse* ya da *ters ilmek* trikoları dokurlar. Tek yüz jarse, yalnızca bir takım tığı olan makinalarda dokunur. Tığlar genellikle makinanın çevresine dizilmiş ve her biri yuvasına dikey biçimde yerleştirilmiştir. *Kam* biçimindeki metal parçaları, tığları yukarı-aşağı hareket ettirir. Bu hareket denetlenerek, istenilen motif yapılabilir. Yukarı kalkan tığlar ipliği örer, aşağıda kalan tığlar ipliği almaz, eski ilmeklerini tutarlar. Buna «*kaçırma*» denir. Renkli motifler bu yöntemle yapılır. Başka bir yöntemde de tığlar, ilmek yapmaksızın yeni ipliği alır. Buna da «*atma*» denir. Kendinden desenli trikolar, bu ilmek kullanılarak örülür.

Çift yüz jarse örmek için iki takım tığ gereklidir. Makinaya, dikey tığların yanı sıra, yatay tığlar da takılır. Yatay tığlar kumaşa iki yüz kazandırırlar. «Çift yüz jarse» adı, trikoya bu özelliği nedeniyle verilmiştir. Ters örgü, bazı ilmekler arkaya, bazıları da öne doğru örüldüğünden, iki ucu çengelli tığlar gerektirir.

Düz örgü makinasında ipliğin tığlara verilişi. (solda üstte)

Deseni ve biçimi, delikli kartlarla otomatik olarak denetlenen düz örgü makinası. (solda altta)

Çift uçlu tığların, iki ucuna da birer denetim öğesi takılır.

Düz örgü makinaları: Düz makinanın örme hareketi, dairesel çift yüz jarse makinanınki gibidir. Ama düz makinada tığlar, ters çevrilmiş *V* biçimindedir. Paletli tığlı düz örgü makinaları, dairesel örgü makinalarından daha yavaş çalışır. Örgü işlemi ileri-geri bir hareketle yapıldığından, trikonun iki yanında sağlam *kenar şeritleri* oluşur. Gagalı tığlı makinalar, kesiksiz örgü örebilir. Değişik giysi parçalarının, daha sonra kesme gerektirmeyecek biçimde örülebilmesi için, bu makinalarda, kenara gelen ilmekler her sırada eksiltilip artırılır. Düz makinalar çok yaygındır. Endüstri makinaları, evlerde kullanılan düz makinalara benzerler: tek fark, otomatik işleyişi sağlayan bir güç birimiyle donatılmış olmalarıdır.

Çözgülü örgü: Çözgülü örgü makinaları, iplikleri dikey örer. Bunlarda, dokumacılıktakine benzeyen bir *çözgü ipliği* kullanılır. Gömleklik kumaş dokuyan makinada, 2 500 tığ bulunur. Her tığa iki iplik takıldığından, makinaya aynı anda 5 000 iplik geçirilir. Bu tür makinalar, dakikada 3 milyon ilmek atıp 1 200 sıradan fazla örebilirler.

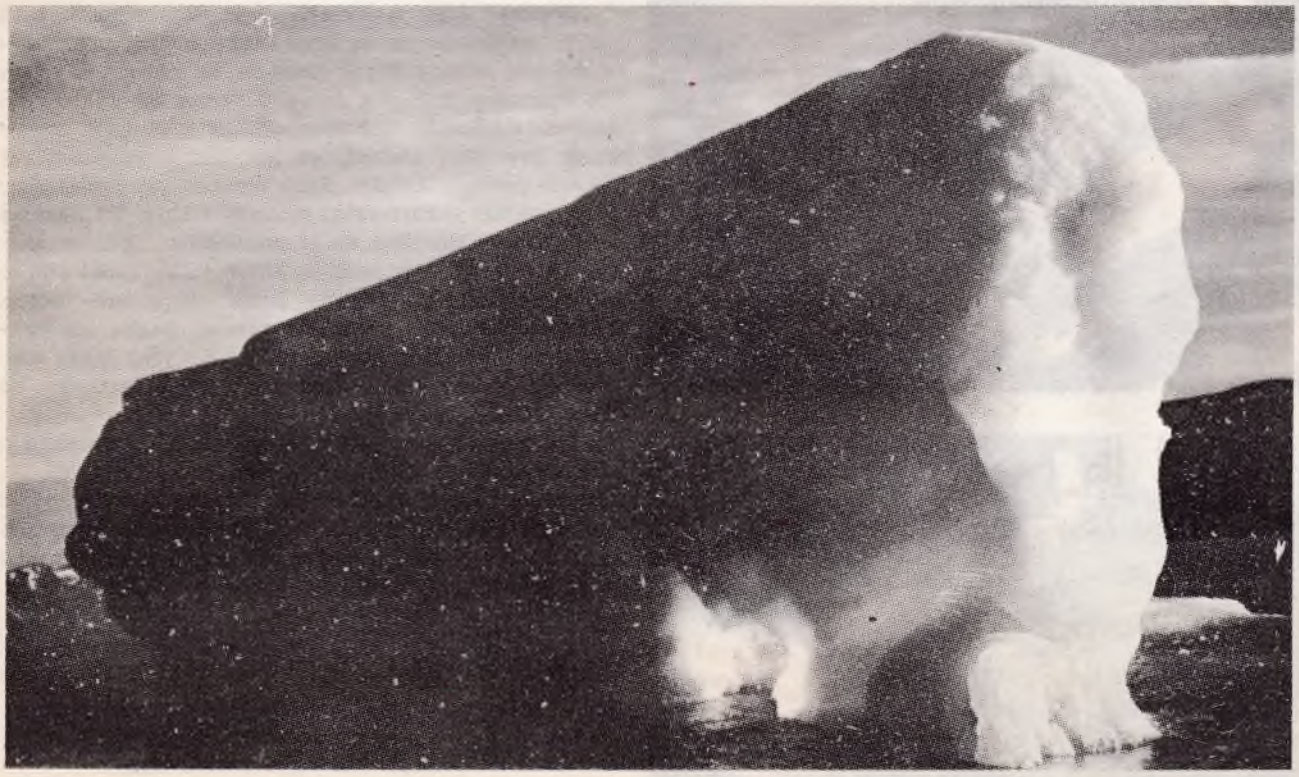
ÖZGÜL AĞIRLIK VE BUHAR YOĞUNLUĞU

Ağırlık sözcüğü, günlük yaşamda genellikle doğru biçimde kullanılmaz. Sözgelimi bir alüminyum tava, bir altın yüzükten çok daha ağırdır; ama altının alüminyumdan daha ağır olduğundan söz edilir. Önemli olan, eşit hacimdeki maddelerin ağırlıklarının karşılaştırılmasıdır. Standart hacimdeki bir maddenin kütlesine «*yoğunluk*» denir. Yoğunluğun gerçek değeri, seçilen kütle ve hacim birimlerine bağlıdır. Sözgelimi, demirin yoğunluğu, metrik sistemde 7,9 gram/cm³'tür. Yoğunluğu ölçmenin başka bir yolu da, belirli hacimdeki bir madde kütlesini, aynı hacimdeki su kütlesiyle karşılaştırmaktır. Bu yolla ölçülen yoğunluğa, «*özgül ağırlık*» denir. İki kütle birbirine oranlandığı için, sonuç boyutsuzdur (Bk. BOYUTLAR VE BOYUT ANALİZİ). Demirin özgül ağırlığı 7,9'dur. Suyun 1 cm³'ünün 1 gram olduğu düşünülürse, demirin yoğunluğu ile özgül ağırlığının, sayısal olarak aynı olduğu görülür.

Özgül ağırlığın pratik yararı, ilk kez ARKHİMEDES tarafından gösterilmiştir. Söylentiye göre, İ.Ö. III. yüzyılda Sicilya kralı Hieron, Arkhimedes'ten, kuyumcunun altın tacına gümüş karıştırıp karıştırmadığını bulmasını istemiştir. Arkhimedes soruya yanıt ararken, banyodan dışarı taşan suyun hacminin, kendi bedeninin hacmine eşit olduğunu fark etmiş ve eşit ağırlıklarda altın ile gümüş suya batırılınca, daha yoğun olan altının, daha az hacimde su taşıracağını düşünmüştür. Böylece, taçla eşit ağırlıkta altın alıp suya daldırmış ve tacın daha fazla su taşırdığını göstererek, kuyumcunun hile yaptığını kanıtlamıştır.

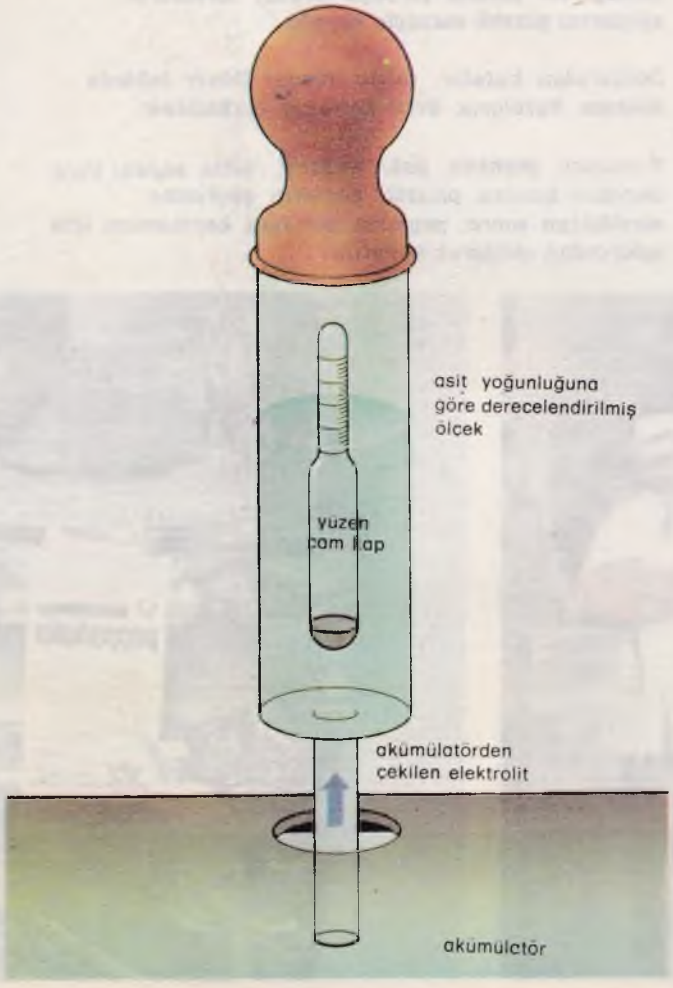
Sıvıların özgül ağırlıklarının ölçülmesi: Arkhimedes ayrıca, bir sıvı içine batırılan cismin, taşırdığı sı-

Farklı özgül ağırlıkların etkisini gösteren çok bilinen bir örnek. (altta) Buzun özgül ağırlığı (0,92) suyunkinden biraz düşük olduğu için, buzdağları denizlerde kolayca yüzerler.



vının ağırlığına eşit bir kuvvetle yukarı doğru itildiğini de bulmuştur. Buna «*Arkhimedes ilkesi*» denir. Sıvıdan daha yoğun olan bir kütle, ağırlığından daha az bir kaldırma kuvvetiyle itileceğinden, batar. Daha az yoğun bir cisimse, sıvı içinde, itme kuvveti ile kendi ağırlığının dengeleneceği bir noktaya kadar batar ve bir bölümü sıvı üstünde kalarak yüzer. Bu örnek, sıvıların özgül ağırlığının ölçümünde kullanılan *areometre* aygıtının temel ilkesini gösterir. Aygıt, dibine kurşun yerleştirilmiş, üstü dar bir boru biçiminde olan bir cam kaptan oluşur. Dar uç, sıvı yüzeyinin üstüne çıkar. Areometre, değişik sıvılarda yüzmeye bırakıldığında, kendi ağırlığına eşit ağırlıkta sıvıyla yer değiştireceğinden, bu sıvının hacmi, doğrudan doğruya areometrenin özgül ağırlığına bağlıdır. Areometrenin dar ucundaki su düzeyi, yüzmekte olduğu derinliği belirtir. Bu da, yer değiştiren sıvının hacmine bağlıdır.

Sıvıların özgül ağırlıklarının ölçülmesinde kullanılan areometre, sıvının özgül ağırlığına bağlı olarak farklı derinliklere batar. (altta) Akümülatörün içinde, areometrenin yüzmesi için yeterli yer yoktur; dolayısıyle areometre, lastik pompalı bir cam kap içine çekilen sıvıda yüzdürülür.



«Pousse café» adlı bu Fransız kokteyli, özgül ağırlıkları farklı içkilerden yapılmıştır. (üstte)

Areometrenin dar ucu, sıvının özgül ağırlığına göre ölçeklendirilerek, ölçüm kolaylaştırılabilir.

Uygulamada areometreler, genellikle içine sıvı emilen ikinci bir cam kap içinde yüzdürülürler. Bu durumda, hem sıvı düzeyi daha kolay izlenebilir, hem de ölçme işi için az miktarda sıvı yeterli olur. Areometrelerin en yararlı olduğu alanlardan biri, kurşun - asitli akümülatörlerin elektrolit yoğunluğunun ölçülmesidir. Akümülatör tam dolu olduğunda, elektrolit yoğunluğu 1,28'dir. Akü boşaldıkça, bu miktar azalır. Areometreler ayrıca, alkollü içkilerde mayalanma sonucu oluşan alkol arılığını ölçmede de kullanılırlar. Çözeltideki şeker alkole dönüştükçe, içkinin özgül ağırlığı düşer.

Buhar yoğunluğu: Gazların ve buharların yoğunluğu, katı ve sıvılarınkinden yaklaşık bin kez azdır. Dolayısıyle, gaz ve sıvıların ölçülmesi, duyarlı teknikler gerektirir. Normal koşullarda (oda sıcaklığı ve basıncında) sıvı halde bulunan maddelerin buhar yoğunluklarının ölçülmesi, maddenin molekül ağırlığına ilişkin sonuçlar verdiğinden, özellikle kimyada büyük önem taşır. Bu amaçla yararlanılan yöntemlerden biri, havası alınmış iki kabı, bir buhar ortamında dengelemektir. Daha sonra, kaplardan birinde bir delik açılarak, buharın bu kaba kaldırma kuvveti uygulaması engellenir. Böylece denge bozulacağından, buharın kaldırma kuvvetiyle öteki kap yükselir. Bu kaldırma kuvveti, delik kaptaki buharın ağırlığına eşittir. Kaldırma kuvveti ve kabın hacminden yararlanılarak, buharın yoğunluğu hesaplanır.

ÖZGÜL ISI Bk. RENK ÖLÇÜMÜ

P

PAKETLEME

Paketleme (ambalajlama) makinalarının yapımı ve çalışması, kimya, ERGONOMİK BİÇİMLENDİRME, OTOMATİK DENETİM gibi birçok dalı kapsar. Ambalajlama işlemi, mikroptan arındırılmış bir ortamda bir cam ampulün doldurulmasından, uzak bir yere gönderilecek otomobilin tahta sandık içine yerleştirilmesine kadar, çok çeşitli özellikler taşıyan biçimlerde olabilir.

Çeşitli maddelerin elle doldurulması, tartılması, etiketlenmesi, vb. yavaş ve masraflı olduğundan, bu gibi işleri yapan makinalar geliştirilmiştir. Günümüzde, paketleme işleminin aşağı yukarı bütün aşamalarını otomatik olarak gerçekleştiren makinalar vardır.

Şişeler: Şişeler, dar bir taşıyıcı bantla plastik sarmallara aktarılır. Sarmallar şişeleri, bir döner tablanın üstüne monte edilmiş platformlara yerleştirir. Platformlar dönerken, kamlarla şişeleri yükseltip, ağızlarını, sıvı veren memelere ulaştırır. Süreç, özel olarak geliştirilmiş bir sistemle denetlenir: Şişelerden biri kırılırsa üretim bandı durur ya da şişelerden biri platforma ulaşmazsa, bunun karşısındaki meme sıvı vermez. Memeden çıkan sıvı miktarı, supaplar ve pistonlarla ayarlanır. Damlamayı önleyen aygıtlar, şişenin dışının ve kapağın kirlenmemesini sağlar.

Karton kutular: Karton kutular, katlanmamış kartondan otomatik olarak yapılır. Kutuları makinaya veren havalı emme aygıtı, kutunun dip kapaklarını katlar. Bunlar zımbalanarak ya da tutkallı bir tekerleğe sürülüp yapıştırılarak tutturulur. Kutular, taşıyıcı bantlara ya da dönen tablalara yerleştirilir. Ağırlık ölçen bir aygıtla kutunun tam olarak doldurulup doldurulmadığı denetlendikten sonra, üst kapakların kapanması için benzer bir işlem uygulanır.

Torbalar: Torbalar, kağıttan yapılabileceği gibi, çeşitli plastik maddelerden, alüminyumdan ya da tabakalı malzemelerden de yapılabilir. Torbalar, üstüne önceden istenilen şekil ve yazıların basılmış olduğu şerit halindeki hazır malzemeden, makinalarla üreti-

Ekmeklerin paketlenmesi. (altta solda) Makina, her ekmeği bir plastik torbaya koyup, torbaların ağızlarını plastik maşayla kapatır.

Doldurulan kutular. (altta ortada) Döner tablada dolaşan kutuların üstü katlanıp tutkallanır.

Yumuşak peynirin paketlenmesi. (altta sağda) Ustü önceden basılan plastik, peynirin çevresine sarıldıktan sonra, peynirin neminin kaçmaması için uçlarından ısıtılarak kapatılır.

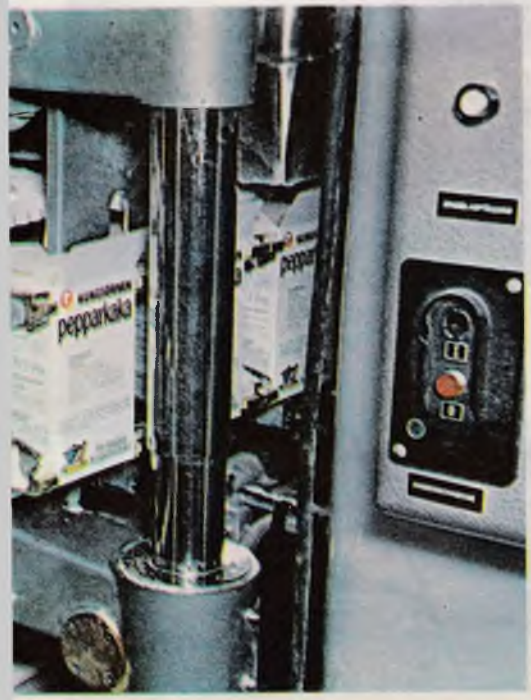
lir. Malzemenin uygun yerlerine basılmış olan nokta ve çizgiler, elektronik tarama aygıtlarıyla kesilecek yerlerin belirlenmesini sağlar. Dökülebilir maddelerin paketlenmesinde, torbalar hemen kuruyan YAPIŞTIRICILAR'la kapatılır. Karton ya da kağıdın yalnızca bir yanının polietilenle kaplanması gibi, ambalajda değişik maddelerin kullanıldığı durumlarda, herhangi bir yüzeye yapışarak birkaç saniye içinde kuruyan *sıcak sıvılar* kullanılır.

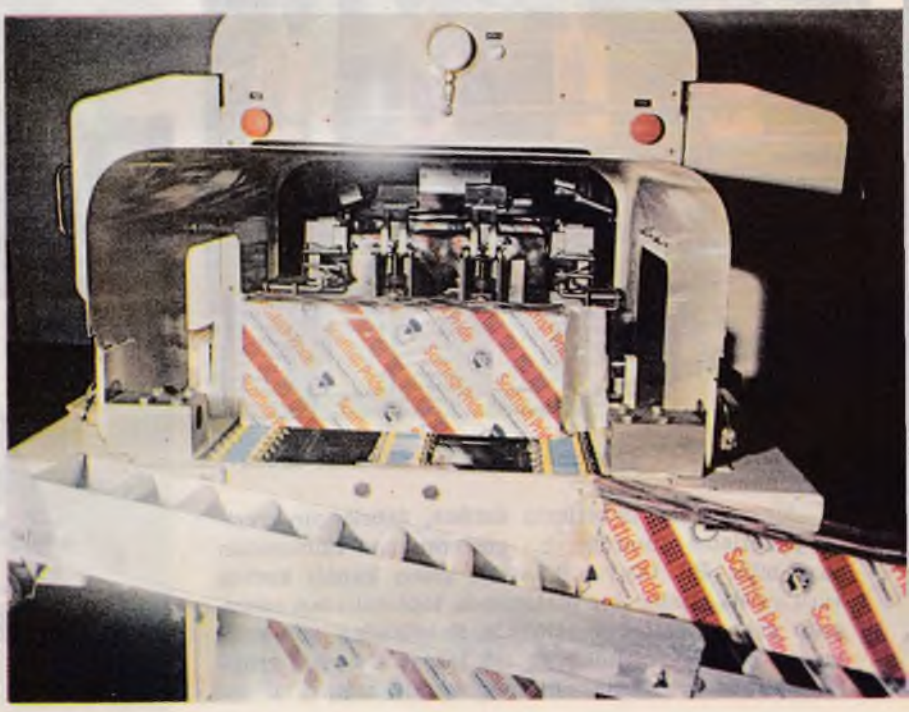
Günümüzde en gelişmiş ambalajlardan bazıları, hazır çorba ve benzeri maddeler için kullanılan poşetlerdir. Bunlarda, hem ucuz, hem de baskıya elverişli olan kağıt kullanılır. Kağıdın içi, ışık ve nem geçirmeyen alüminyumla, onun da içi, sıcak yapıştırma işlemine elverişli polietilenle kaplanır.

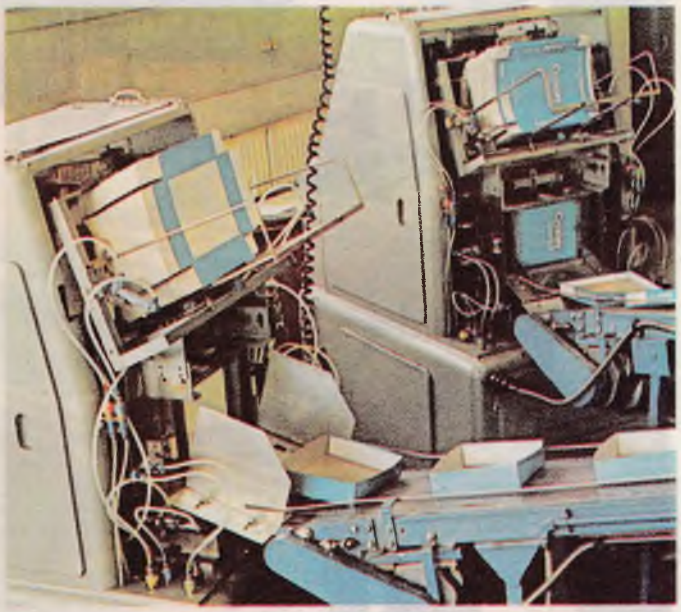
Öteki işlemler: Paketlenen malzemenin miktarı önemlidir. Günümüzde, tartı yöntemiyle doldurma sistemleri, paketleme makinalarının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bunlar, doldurulmuş paketlerin gerekenden hafif ya da ağır olması durumunda, doldurma aygıtını yeniden ayarlayan geri besleme mekanizmalarıyla donatılır.

Şişeler ve teneke kutular (Bk. KONSERVELEME) günümüzde, önceden hazırlanmış büyük kutuların içine makinalar tarafından paketlenmektedir. Makinalar, belli bir kalıba göre kesilmiş oluklu mukavvaları, bir grup teneke kutunun, şişenin, vb. çevresine sıkıca sarar. Bu yöntemde, hem etiketlerin birbirine sürtünmemesi için şişelerin aralarına des-

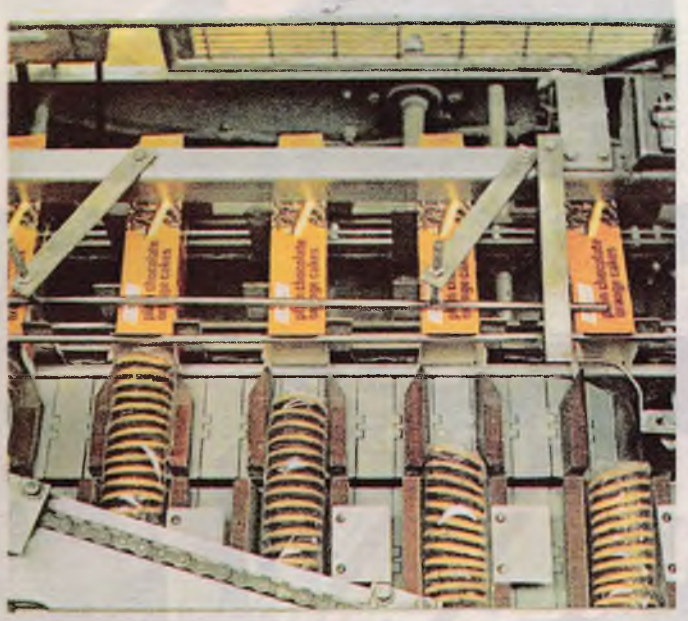
Şeker paketlemek için önceden basılmış plastik ambalajın hazırlanması. (sağda) Makina, ağırlığı ölçülmüş bir miktar şekeri, ambalaj malzemesinin üstüne koyacak, kesecek ve olduğu gibi kapatacaktır.







Karton kutu üretimi. (üstte) Makinanın üstünden verilen düz kartonlar, katlanarak üstlerinden yapıştırılır. Tamamlanan kutular bir taşıyıcı bantla gerekli yerlere götürülür.
Bisküvilerin paketlenmesi. (altta) Paketler bir taşıyıcı bantla taşınırken, bisküviler yukarı çıkarılır. Daha sonra paket kapatılır.



tek yerleştirmek gerekmez, hem de daha az mukavva kullanılır.

Makinalarla, paketlerin üstüne, fabrikanın yerini, paketleme gününü, vb. gösteren kod numaraları basılabilir. Bir taşıyıcı banttan gelen kapalı karton kutu ya da şişeler, bir platformda toplandıktan sonra, grup grup paketlenip istiflenir. Fabrikadan gönderilmeden önce bu birimler, ya tek tek ya da gene gruplar halinde, otomatik olarak plastikle sarılır.

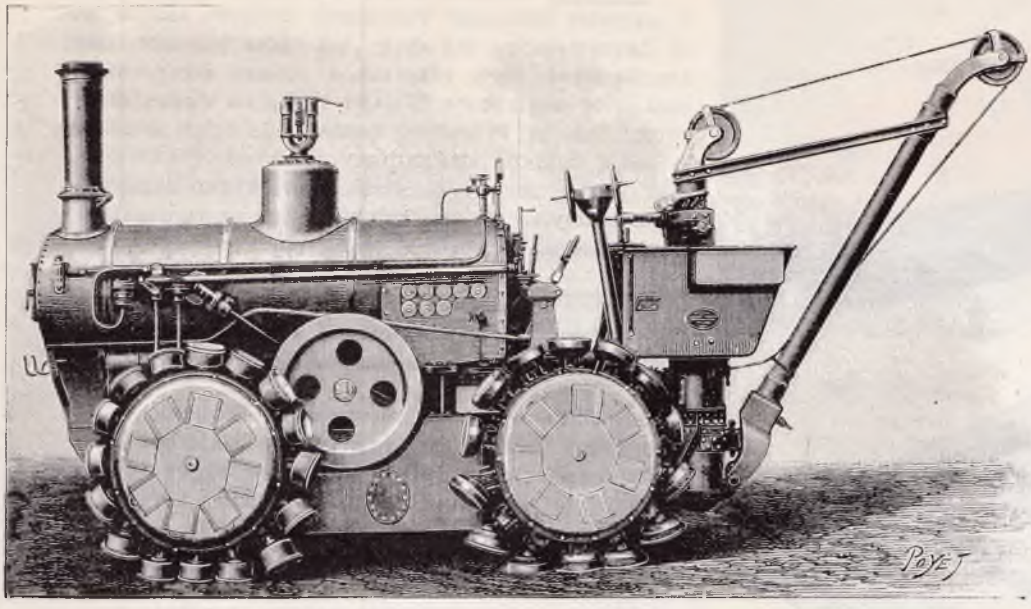
PALANGA Bk. MAKARA

PALETLİ TAŞITLAR

Paletli taşıt, her tür arazide yol alabilen paletlerle donatılmış bir araçtır. Palet, ya menteşelerle tutturulmuş metal parçalardan ya da lastik bir kayıştan yapılır ve aracın ağırlığını geniş bir alana yaydığından, taşıtın yumuşak zeminlere gömülmesini önler. Bazı paletli araçların gövdesi, mafsallarla birbirine bağlanmış iki ayrı parçadan oluşur. Üstlendikleri görev ve dizaynları yönünden kısa olmaları gereken TANK ve BULDOZER gibi araçlarsa, tek gövdeden oluşur.

Boyları enlerinden uzun olan mafsallı araçların balçık ve kar gibi zeminlere gömülme oranı, tek gövdeli araçlardan azdır. Bu tür taşıtlar arasında, kar motosikletine benzeyen küçük araçlardan, dev kutup araçlarına kadar uzanan birçok model sayılabilir. Bazılarında iki bölümün büyüklükleri farklı olduğundan, mafsallı araçlar daha çok, çekici taşıt görünümündedir. Bu araçların paletleri ayrı ayrı tahrik edilir.

Scott'un Güney Kutbu yolculuğunda kızakları köpekler çekmişti. Günümüzdeyse, aynı görevi «Skidoo» adı verilen bu araç (altta) üstlenmektedir. 60 cm boyundaki kısa bir kayak üstünde yol alan bu araçta, iki lastik palet vardır ve araç, yüklüyken saatte 35 km hız yapabilir.



Aracın yere yaptığı basıncı azaltmak için başvurulan, oldukça kullanışsız eski bir yöntem. (solda) «Pedrail» adı verilen bu araçta, kolayca kırılan gürültülü tekerlekler, buharlı bir makinayla çevrilirdi.

Buldozer paletinin bir bölümü. (altta) Yere saplanan dişler, çekme gücünü artırır. Gerektiği zaman bu dişlere ek tabanlar takılabilir. Paletin kanadı, pimlerle bir çift bağlantı öğesine monte edilmiştir. Öğelerin arasında yeralan uzun pim, hareket dişlisine takılarak paleti çevirir.

Yönlendirme: Mafsallı paletli araçlar, hidrolik pistonlar yardımıyla mafsaldan bükülerek yönlendirilir. Tek gövdeli araçlardaysa, dönme işlemi, dönülmek istenen yandaki paletin yavaşlatılıp öteki yandaki paletin hızlandırılmasıyla gerçekleştirilir. Bu görevi dişli kutusu üstlenir. Yavaş taşıtlarda, dönülen yandaki paleti motordan ayırıp frenlemek yeterlidir. Bazı hızlı araçlarda da, aynı sistem, ek yönlendirme sistemi olarak kullanılır. İkinci Dünya savaşında kullanılan Tetrach tankı ve Bren top arabasında, tekerleklerde yana doğru dönerek, palete yan doğrultuda hareket veren üstün bir sistem vardı.

Süspansiyon: Aracın palet üstünde ilerlemesini sağlayan tekerleklerin yerleştirilme biçimi ve yaylanmaları, hıza bağlıdır. Traktörler ve buldozerler gibi, normal hızları saatte 10 km'yi geçmeyen, yavaş hareket eden araçlarda, yaylı süspansiyon bulunmaz. Çelikten yapılan tekerlekler, demiryollarında olduğu gibi, palet üstünde döner. Tanklar, zırhlı savaş araçları ve kar araçları gibi, hızları saatte 65 km'ye varan araçlarda yaylı sistemler kullanmak gerekir. Zırhlı araçlarda içi dolu, kar araçlarındaysa şişme lastik tekerlekler kullanılır. En çok kullanılan süspansiyon sistemi, aracın tabanının altından geçen çelik burulma çubuklarından oluşur. Tekerlekler bu yaylardan uzanan süspansiyon kollarının ucunda yeralır. Sarsıntının önlenmesi için büyük amortisörler gerekir.

Hareket direncinin düşük, lastik ömrünün uzun olması için, tekerlekler hem büyük olmalı, hem de ağırlığın aracın her yanına eşit olarak dağılmasını sağlayan çok sayıda tekerlek kullanılmalıdır. En uygun çözüm, iki yana da büyük boyda, beş ya da altı tekerlek yerleştirmektir.

Hızlı paletli taşıtlarda, yük taşımayıp yalnızca paletin gerginliğini ayarlayan bir boş tekerlek da havardır. Tekerlekleri küçük olan taşıtlarda da, paletin üstten dönmesini kolaylaştıran küçük kılavuz tekerlekler bulunabilir. Boş tekerleğin karşı yanında hareket dişlisi yeralır.

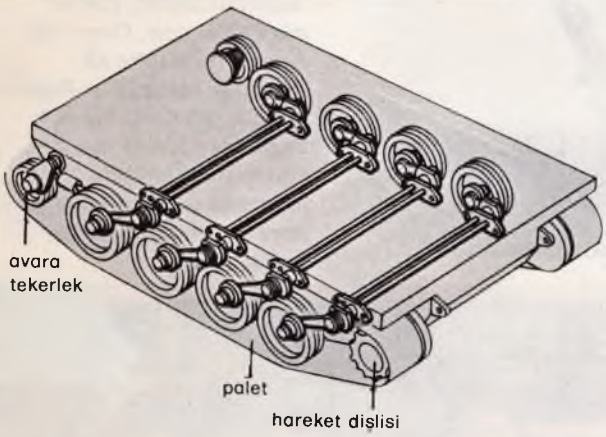
Aktarma organları: Hareket dişlisinin dişleri palete kenetlenir ve paletin çevrilmesiyle araç hareket eder. Motorun verdiği gücü uygun hız ve döndürme momentiyle palete aktaran aktarma organları, paletlerin farklı hızlarda dönmelerini de sağlar. Bu işlem sırasında, iç yandaki paletin yavaşlamasından doğan ek güç, dış yandakini hızlandırmada kullanılır. En yalın yol, motoru, hareket dişlilerine bağlı başka motorları çalıştıran bir elektrik jeneratörüne ya da hidrolik pompaya bağlamaktır. Ama bu sistem, çok karmaşık denetim mekanizması gerektirir. O yüzden, genellikle temel öğe olarak normal dişli kutusu kullanılır. Kutuya dönüş mekanizması eklendikten sonra, bunlar diferansiyellere bağlanır. Sistem tek bir kutunun içine yerleştirilir ve mekanik dişliler kullanılır. Bazı yeni modellerde, gücün bir bölümü hidrolik düzeneklere alınır. Motor, ön ya da arka tekerleklere bağlanabilir.

Paletler: Buldozer gibi yavaş taşıtlarda çelik pimli parçalar kullanılır. Parçaların üstünde, tabanı iyice kavramalarını sağlayan çıkıntılar bulunur. Hızlı araçlardaysa, barış zamanında yollara zarar vermemek için, lastik tabanlı palet kullanan birçok model vardır. Bunları birleştiren pimlerin de uçları genellikle lastik kaplıdır. Bağlantılar çoğunlukla çelikten yapılır, ama aracın hafif olmasını gerektiren durumlarda, alüminyum da kullanılabilir. Kar ve yumuşak zeminde çalışan araçlarda, paletlerin geniş olması ge-

---

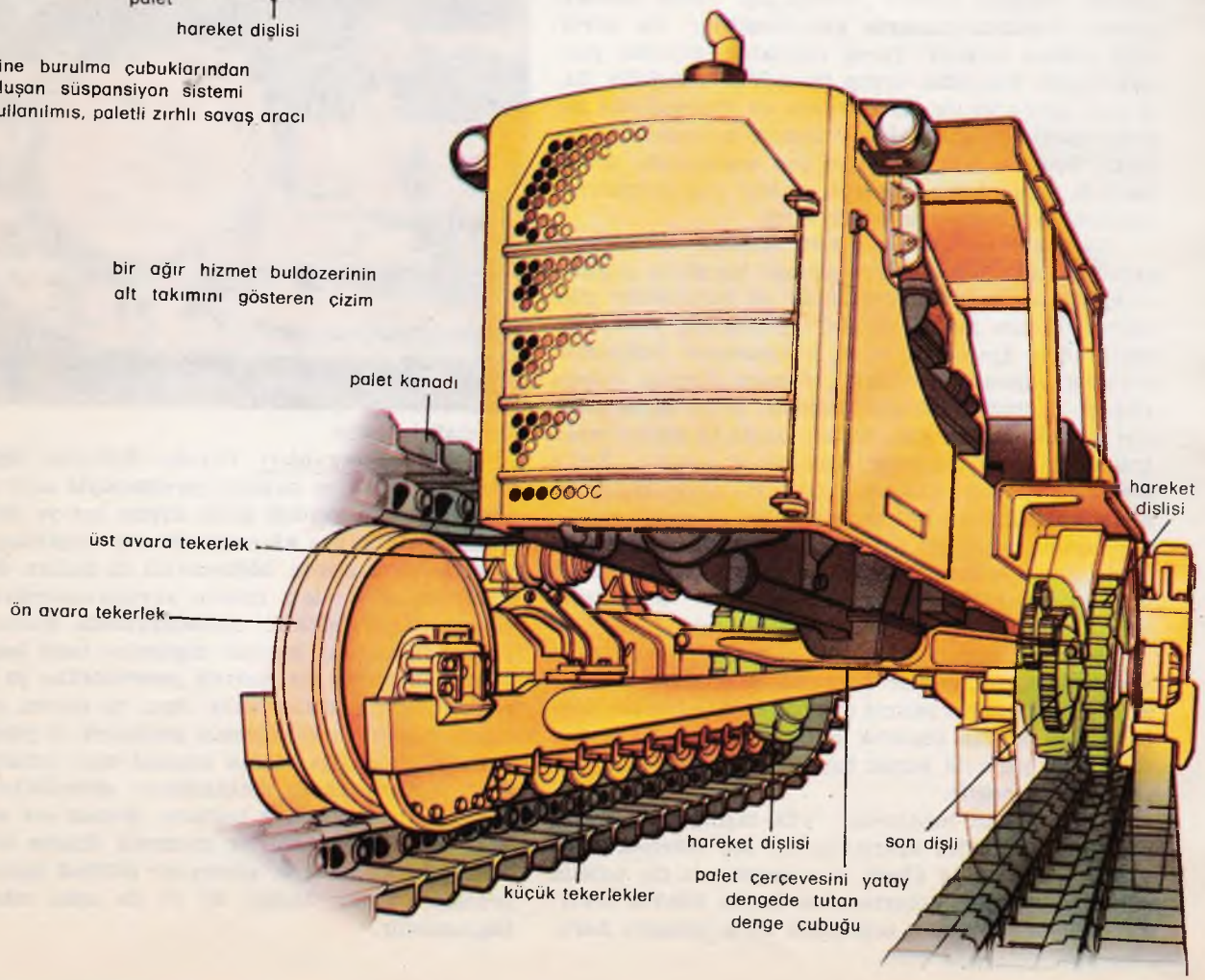
Ön aksı üstündeki tekerleklerle yönlendirilen yarı paletli bir taşıtın buzlu alanda ilerlemesi. (solda)

Hızlı paletli araçlarda süspansiyon düzeneği bulunması gerekir. Bu amaçla askı kollarına bağlı tekerlekler, burulma yayları ve büyük amortisörler kullanılır. Buldozerler yavaş hareket ettiklerinden, süspansiyon önemli değildir. Bu araçların çelik tekerlekleri, tıpkı demiryolunda olduğu gibi, palet üstünde hareket eder. Darbeyi alabilen bir avara tekerlek, paletin, hareket dişlisinden öne doğru iletilmesini sağlar. Araç, paletin üstüne yerleştirilmiş küçük tekerleklerle hareket eder.



enine burulma çubuklarından oluşan süspansiyon sistemi kullanılmış, paletli zırhlı savaş aracı

bir ağır hizmet buldozerinin alt takımını gösteren çizim



rekir. Bu yüzden, aracın ağır olmaması için, çelik tellerle takviye edilmiş lastik kayışlar kullanılır. Bunlar, taban kavramaları ve hareket dişlisinin kenetlenmesi için çelik çubuklarla donatılır. Çelik çubuklar, tekerleklere yön verecek biçimdedir. Ancak, kayış paletler, taşlı yollarda kolayca zedelenebilir.

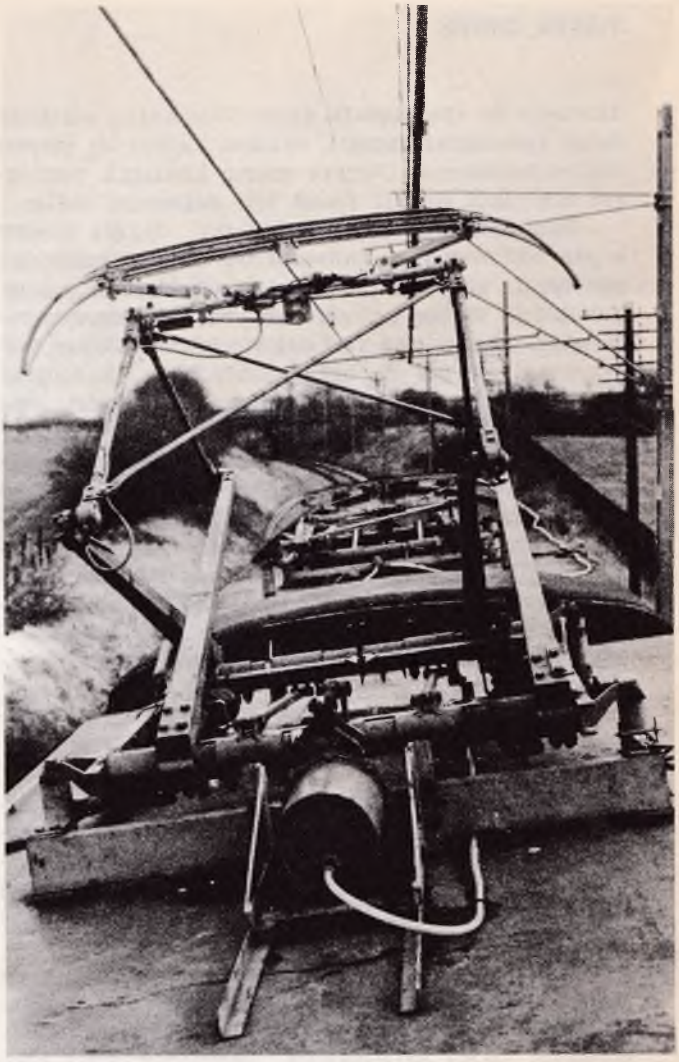
Yarım paletler: Önlerinde tekerlek, arkalarında da palet bulunan birçok taşıt yapılmıştır. Bu türün ilk örneği, Kegresse tarafından, bir Citroen kamyonun arkasına palet yerleştirilerek ortaya çıkarıldı. 1930 yıllarında Alman ordusu için yarım paletli zırhlı taşıyıcılar geliştirildi: bunları da A.B.D'nde yapılan yeni modeller izledi. Kamyondan dönüştürülen bu araçlarda, motor önde yeralır, ön aks üstündeki tekerlekler direksiyona bağlanırdı. Almanlar çelikten yapılmış, nitelikli, ama karmaşık biçimli paletler kullanırlardı. Bunlarda pimler contalı olur ve yağlanırdı. Amerikalılarsa, 1940 yılında yaptıkları ve 1973'te Arap-İsrail savaşında bile yararlandıkları yarım paletli M_3 tanklarında, lastik kayışlı bir sistem kullandılar. Yarım paletli araçlar, hem paletlerin, hem de tekerleklerin belirgin üstünlüklerini taşıyan ortalama bir çözümü simgeliyorlardı. Paletli araçlarda direksiyon sisteminin gelişmediği dönemlerde yaygın olarak kullanılan bu modeller, o günlerin araç yapım olanaklarına da uygun düşüyordu. Günümüzdeyse, bütünüyle paletli araçlar için bile, çeşitli büyüklükte, değişik direksiyon sistemleri ve başka parçalar yapılmaktadır.

Çalışması: Eskiden yumuşak zemin sözünden, genellikle *nominal taban basıncı* anlaşılırdı. Nominal taban basıncı, aracın ağırlığı ile yere temas eden yüzeye bağlıdır. Günümüzdeyse, *ortalama en üst basınç* değeri kullanılır. Hem tekerlekli, hem de paletli araçlar için geçerli olan bu değerde, tekerleklerin büyüklüğüne, aralarındaki açıklığa ve palet bağlantılarına bağlı olan basınç değişmeleri de göz önüne alınır. Yumuşak zeminde paletli araçlar, aynı büyüklükte ve ağırlıktaki tekerlekli araçlardan daha verimlidir. Buna karşılık, tekerlekten daha pahalı ve gürültülü olan paletler, daha sık bakım gerektirirler. Çekiciler, arkalarında bir başka araç çektiklerinden, bunlarda palet kullanmak yerinde olmaz; çünkü ağırlık merkezi arkaya kayacağından, palet, tabana bütünüyle temas edemez. Palet, lastikleri parçalayacak kadar keskin taş ve kaya bulunan bölgelerde kullanılan araçlar ile zeminin yumuşak olmasından etkilenmemesi gereken tank, kar ve çamur araçlarına uygundur.

PANTOGRAF

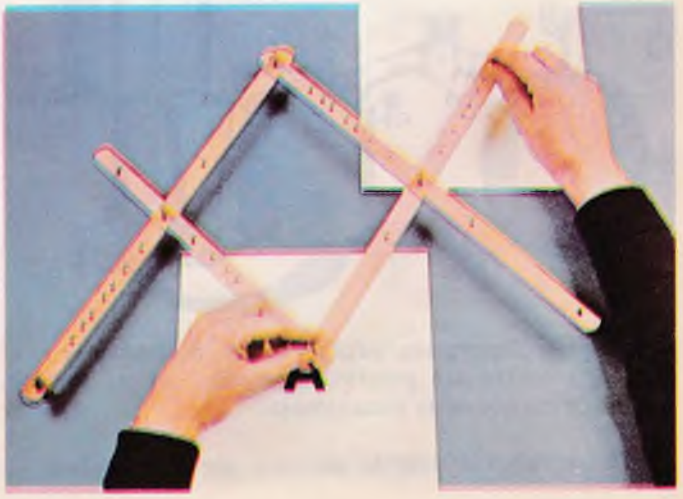
Pantograf, *paralelkenar*ın özelliklerinden yararlanan bir mühendislik aracıdır. Paralelkenar, karşılıklı kenarları ve karşılıklı açıları eşit olan geometrik bir şekildir. Böyle bir şeklin bir açısı büyütülünce, bunun karşısındaki açının da aynı miktarda büyütülmesi ve öteki iki açının orantılı olarak küçültülmesi gerekir. Pantograf, köşelerine pim takılmış bir paralelkenar olduğundan, istenen biçimde oynatılabilir.

Üstündeki tellerden elektrik alarak çalışan demiryolu araçlarında, teldeki elektriği alıp araca ileten



Bir elektrikli trende, elektriği tellerden toplayan pantograf. (üstte) Paralelkenar biçimli düzenek, elektrik toplayan başlığın, tellere değme açısı bozulmadan yukarı-aşağı hareket etmesini sağlar.

A harfinin kopyasını çıkarmada kullanılan bir pantograf. (altta) Bu durumda kopya, ilk şeklin iki katı büyüklüğünde olacaktır. Pimlerin yeri değiştirilerek, değişik oranlar sağlanabilir.



düzeneğe de «pantograf» denir. Tele alttan sürtünen parça (pantograf başlığı), baklava biçimli bir çerçeve üstüne takılmıştır. Çerçeve uzayıp kısalarak, pantograf başlığının sürekli olarak tele değmesini sağlar.

Pantograf, harita ve çizimlerin değişik ölçekte kopya edilmesinde de kullanılır. Bu amaçla kullanılan pantograf, ağaç ya da metal çubuklardan yapılır. Çubukların üstüne açılmış olan çeşitli deliklerden yararlanılarak pimlerin yeri değiştirilebilir. Böylece, büyütmenin miktarı da değiştirilmiş olur. Pantograf, günümüzde bu alanda pek kullanılmamaktadır; ama değişik alanlarda yararlı olabilir.

Seri bağlanmış pantograflar, bir resmin değişik ya da aynı ölçeklerde birçok kopyasını aynı anda çıkarmak için kullanılabilir. Seri bağlanmış pantograflar, ayrıca, ulaşılması zor yerlere bir aygıt monte etmek için ya da kısa bir mesafe içinde değişken uzunlukların gerektiği uygulamalarda kullanılabilir. Demiryolu vagonlarını boşaltmak için kullanılan elektrikli araçlarda, vagonun içine ulaşan parçalar pantograf biçimlidir.

PAPİN, DENİS (1647- yaklaşık 1712)

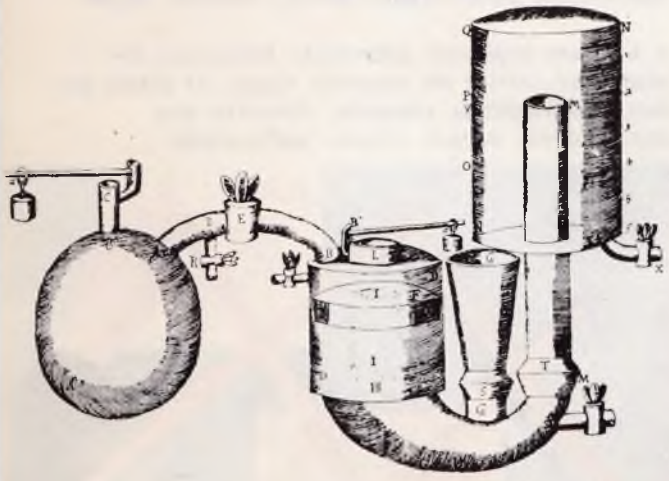
Fransız fizikçisi Denis Papin, bir silindirde yoğuşturulan buharın, vakum yaratarak, bir pistonu çalıştıracağını öne süren ilk kişidir. Papin böylece, deneylerde yaratılan yapay vakum tekniği ile teknolojiyi birleştirmiştir. Bütün buhar makinaları bu ilkeye dayanır.

Denis Papin'in tıp okuduğu bilinmekte, ama bu alanda pek çalışmadığı sanılmaktadır. 26 yaşında, HUYGENS'in yardımcısı olan Papin, Huygens'in, bir silindirin, barut patlamasıyla pompadan daha hızlı boşaltılabileceği düşüncesi üstünde çalıştı. İki yıl sonra, Londra'ya gitmeye karar verdi. Huygens'in önerisiyle, BOYLE ile çalışmaya başladı. 1681'de ilk büyük buluşu olan OTOKLAV'ı ve düdüklü tencerelerin yalın bir türü olan buharlı tencereyi ortaya koydu. Buharlı tencere, büyük basınç altındaki suyun, oldukça yüksek bir sıcaklığa erişmedikçe kaynamayacağı ilkesine dayandırılmıştı.

Bir süre için Venedik'e giden Papin, 1684'te İngiltere'ye döndü. 1687'de de Marburg'da (Almanya) sürekli bir görev alarak, matematik öğretmeye başladı. Bilgilerini uygulamaya koyarak, mekanik aygıtlar geliştirmeye çalışıyordu. Bir yıl içinde drenaj işlerinde kullanılan santrifüj pompayı buldu. Aynı ilkeyi bir kömür madeninin havalandırılmasına da uyguladı. İki buluşu da pek ilgi görmedi. Paris'te yaptığı barut deneylerine döndü, ama gene de doyurucu sonuçlar alamadı. Isıyla buhara dönüşen suyun, hava gibi «esnek güç» içerdiğini belirtiyor ve bu kuvvetin, su soğuyunca yok olacağını öne sürüyordu: Buharın genleşmesi pistonu kaldırır, yoğuşma da vakum yaratır. Papin, söz konusu ilkeyle çeşitli deneyler yaptı. Elde ettiği sonuçlar 1690'da yayınlandı. Bir dizi pistonun hareketini bir çarka ileterek, bir gemiyi hareket ettirebileceğini düşünüyordu. Ayrıca bu sistemi, kara taşımacılığına da uygulamak istiyordu. Ne var ki, santrifüj pompa dışında, buluşlarını uygulamaya geçiremedi.

Savery'nin buhar makinasının ilk kez Royal Society'ye gösterilişine Papin de çağrıldı ve görüşü alındı. Ancak Papin, 1705'e kadar buhar makinasıyla ilgilenmedi, yalnızca Savery'ninkini geliştirmeye çalıştı. Bir buhar makinası yapıldı. Ama pek ilgi görmeyen ve hiç kullanılmayan bu araç, sonunda söküldü. Papin, buharlı gemilerde kendi geliştireceği bir makinayı kullanmayı düşündü. Büyük bir limanda, buluşunun daha da ilgi göreceğini umarak Londra'ya döndü.

Papin, Londra'da Royal Society'den buharlı gemisi için parasal destek istedi. Yapacağı makinanın Savery'ninkinden üstün olacağını öne sürdü. Ancak is-



Thomas Savery'nin yaptığı buhar makinasının Papin tarafından geliştirilmiş biçimi. (üstte) Makina, bahçe sulamasında kullanılmıştı.

Denis Papin'in 1689'da yapılmış portresi. (sağda)

teği kabul edilmedi. Papin Londra'da, yoksulluk ve yalnızlık içinde öldü.

PARA, MADENİ Bk. MADENİ PARA

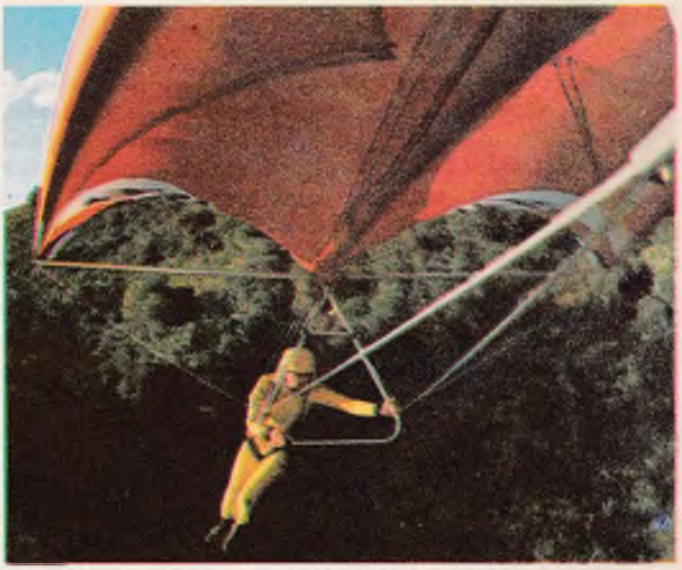
PARAKETE, OTOMATİK Bk. MESAFE KAYDEDİCİ

PARAPLANÖR

Paraplanörlerin ortaya çıkmasıyla, insanların «kuş gibi» uçma düşü gerçekleşmiştir. Çağlar boyu birçok kişi, çeşitli biçimde kanatlar takıp uçmayı denemiştir. Ne var ki, bazı bilgilerden yoksun olan bu kişiler başarılı olamamış, kimi ölmüş, kimi de yaralanmıştır.

Hızla gelişen bu sporun teknik alandaki en önemli adımını, A.B.D'nde NASA'da çalışan bilim adamlarından Francis M. Rogallo attı. Rogallo, insanlı uzay araçlarında uçurtmalardan yararlanma konusunda araştırmalar yapmıştı. Bu düşünce, uzay araçları için kabul edilmedi,ama Rogallo'nun çalışmasıyla elde edilen veriler, 1970 yılından bu yana Kaliforniya'da gelişmekte olan paraplanör sporunu ortaya çıkardı.

Günümüzde kullanılmakta olan paraplanör, NA-



Tepe yukarı esen bir rüzgarı yakalamış olan paraplanörün, kablolarla aracın kenarına bağlı «trapez» adı verilen denetim çubuğuyla yönlendirilmesi. (üstte)
Rüzgarda süzülerek aşağı inen bir paraplanör. (altta solda) Hava hızı, sporcunun koşma hızı ile rüzgar hızının toplamıdır. Bu hız saatte 23-26 km'yi aşarsa, araç havalanır.
Rogallo tarafından NASA için yapılan ve paraplanörün ortaya çıkmasını sağlayan model. (altta sağda)

SA tarafından denenmiş olan modelden geliştirilmiştir ve yapımcısının anısına, *rogallo* adıyla da anılır. Dünyanın en yalın uçma aracı olan rogallo, beş buçuk metre uzunluğunda bir omurgaya çapraz olarak ortasından takılan, gene aynı uzunluktaki bir ikinci parçadan oluşur. İki kanat çubuğu, önden, omurganın ucuna takılır ve geriye doğru *A* harfi oluşturacak biçimde uzanarak, orta parçaya bağlanır. Çerçeve, naylon gibi hafif bir malzemeyle kaplanır. Aracı kullanan kişi, orta çubuk ile omurganın birleştiği yerin tam altındaki noktada yeralan kolana bağlanır. Tam önünde, «trapez» denilen bir denetim çubuğu bulunur. Denetim çubuğu, omurgaya ve kablolarla aracın köşelerine bağlıdır.

Paraplanör, denetim çubuğunun itilip çekilmesiyle ya da iki yana hareket ettirilmesiyle yönlendirilir. Aracı kullanan kişi, araçtaki en büyük ağırlığı oluşturduğundan (paraplanörün ağırlığı yaklaşık 18 kg'dır), bir sarkaç gibi sallanarak trapezi hareket ettirip paraplanörü istenilen yükseklikte tutar. Sözgelimi trapezin itilmesi, aracın burnunun havaya kalkıp, hızının düşmesine neden olur.

Paraplanörle uçuşta, sporcu önce kolanlarla araca bağlanır. Ardından, paraplanörü havaya kaldırır ve bir tepeden aşağı koşmaya başlar. Tepenin eğim açısı süzülme açısından büyükse, rüzgarın hızı saatte 23-26 km'yi bulur ve araç havalanır. Rüzgarsız bir günde, paraplanör yavaşça tepenin dibindeki düzlüğe iner. Ama yukarı doğru rüzgar esiyorsa, planörün daha uzun süre havada kalması sağlanabilir. Bu durumda araç, tepeye paralel konuma getirilir ve hava akımı içinde yol alınır.

Rogalloların hem yapımı ve kullanımı çok kolaydır, hem de elde taşınabilecek biçimde katlanabilirler. Ne var ki, biçimleri nedeniyle pek verimli sayılmazlar. Bütün PLANÖR'lerde (normal ya da paraplanör) verim ölçütü süzülme açısıdır. Verimin yüksek olması demek, yitirilen her yükseklik birimi sırasında alınan yolun uzun olması demektir. Normal planörlerde 50:1 oranında süzülmeye ulaşılır; oysa bu oran, paraplanörlerde 4:1 dolayındadır. Verimi geliştirmek için yapılan çalışmalarda kanatların uçak kanatlarına benzetilmesiyle süzülme açısının 10:1'e ulaştığı görülmüştür. Yeni türler hızla yaygınlaşmaktadır. Bunların, pahalılığına ve taşıma zorluğuna karşın, rogalloların yerini alacağı sanılmaktadır.

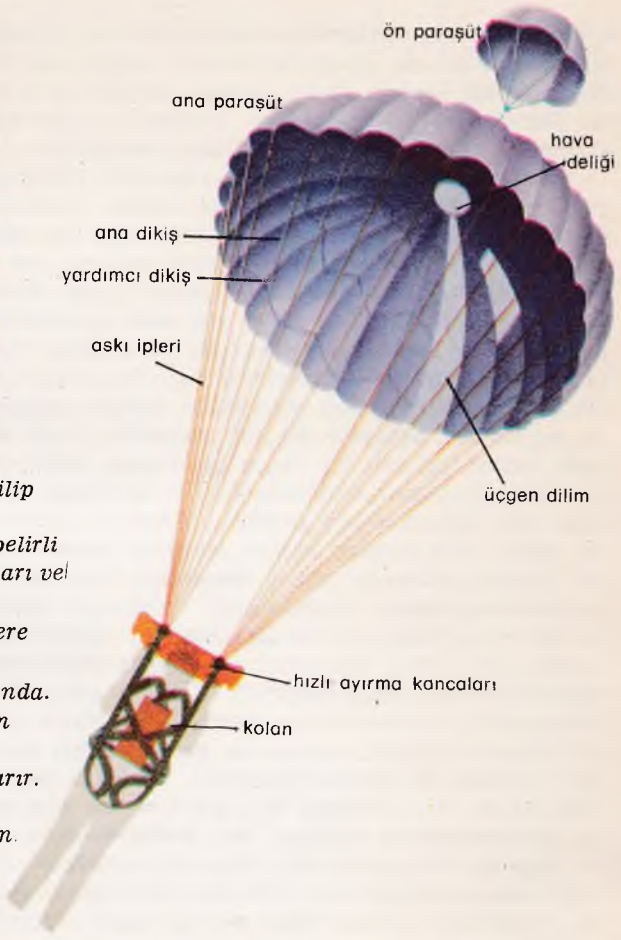
Paraşütün tepesindeki bir delik, çizim 1'de görüldüğü gibi, basınçlı havanın dışarı çıkmasını ve böylece sürekli inişi sağlar. (üstte) Tepe deliği olmazsa, hava, paraşütün yanlarından yayılıp kaçarak 2. ve 3. çizimlerde görüldüğü gibi sürekli bir sallantı oluşturur. Yanda açılacak bir delikse, oluşturacağı jet etkisiyle, paraşütün 4. ve 5. çizimlerde görüldüğü gibi yere paralel olarak sürüklenmesini sağlar. Paraşütçüler, yönlendirme kordonlarını çekerek paraşütlerine yön verebilirler.

PARAŞÜT

Paraşüt, bir akışkan içinde çekildiğinde direnç gösteren, şemsiye biçimli bir aygıttır. Direnç oluşturan paraşüt, cisimlerin düşüş hızını kesme amacıyla kullanılmaktadır. İlk paraşütle atlama deneyleri, bazı hayvanların yüksek binalardan atılmalarıyla yapılmıştır. İnsanların paraşütle atlamalarıysa, ancak BALON'ların ortaya çıkmasından sonra, yani yeterli yüksekliğe çıkılınca gerçekleşmiştir.

İlk paraşüt, 1797 yılında, Garnerin tarafından keten bezinden yapıldı. Yere yayıldığında çapı 7 m olan bu paraşütün düşüş hızını yeterince kesmemesine karşılık, Garnerin, Avrupa'nın birçok ülkesinde atlama gösterileri yaptı. Paraşütle atlama, Birinci Dünya savaşına kadar yalnızca bir eğlence niteliği taşıdı. Ama savaş sırasında İngiliz baloncuları ve Alman havacıları tarafından kullanılarak, çok sayıda yaşamın kurtarılmasını sağladı. 1926 yılında düz disk biçimli paraşütler yapıldı. Bunlar, esneklik ile gücü artırmak için çapraz olarak kesilmiş parçalardan oluşturuldu. Bu temel biçim, günümüzde de kullanılmaktadır.

Paraşütte, yelkenin katlanıp içine konduğu bir *çanta* ve *kolan* da bulunur. Sırtı sarıp, omuzlardan ve bacak aralarından geçen kolan, paraşütçünün bedenine iyice oturur. Kolan, paraşüt açıldığında, ortaya çıkan apansız hız kesilmesinin paraşütçüye za-



Paraşütün denetimden geçirilip katlanması. (üstte) Sürekli kullanılmayan paraşütlerin belirli aralıklarla açılıp, kurutulmaları vel gözden geçirilmeleri gerekir. Başarılı bir inişten sonra yere yayılmış bir paraşüt. (solda) Açılmış bir paraşüt iniş sırasında. (sağda) İlk açılan tepedeki ön paraşüttür. Ön paraşüt ana paraşütü çantadan çekip çıkarır. Paraşütçü, rüzgarlı bir yere indiğinde, sürüklenmemek için hızlı ayırma kancalarını kullanarak paraşütünden hemen kurtulabilir.

rar vermeyeceği biçimde yapılır. Ayrıca kolanın, paraşütçü suya ya da rüzgarlı bir yere düştüğünde, kolayca çıkarılabilecek biçimde olması gerekir. Paraşütü açmada kullanılan açma ipi, paraşütün uçağa takılmasını önlemek için, atlayıştan birkaç saniye sonra çekilir. Açma ipi çekilince, paraşüt çantası üstündeki kapağı tutan bir pim yerinden çıkar ve ön paraşüt, hava akımı içine doğru, bir yay yardımıyla açılır. Ön paraşüt de, çantanın içinde katlı olarak duran ana paraşütü çekerek açar. Grup halinde atlayan paraşütçülerin açma ipleri, uçak içinde bulunan bir tele bağlı olduğundan, atlamayla otomatik olarak çekilirler. Yüksek hızlı jet savaş uçaklarındaysa pilotlar, koltuklarıyla havaya fırlatılırlar ve düşme otomatik olarak yapılır (Bk. FIRLATMA KOLTUĞU).

Tehlikesiz bir düşüş hızı, saniyede yaklaşık 6,5 m olarak belirlenmiştir. Paraşüt birliklerinde, askerlerin üstlerinde bulunan oldukça ağır donanım nedeniyle, daha büyük paraşütler kullanılır. Paraşütle atlama yarışmalarında, sporcular, paraşütlerini açmadan yüzlerce metre düşerler ve düşüş hızı ile yönlerini, çeşitli beden hareketleriyle ayarlayabilirler. Paraşütle atlama sporu, güvenlik açısından sürekli olarak denetlenmektedir. Paraşütlerin 650 m yükseklikten sonra açılması yasaklanmıştır. Bir paraşütçünün yere çarpma hızı, 2,5 m yükseklikten yere atlayan bir insanın düşme hızına eşittir.

Dizayn: Paraşüt, havanın ağız bölümünden girmesiyle şişer ve paraşütün tepe noktasında oluşan basınç, yan parçalara yayılır. Paraşütün geçirgenliği fazlaysa, basınç yana yayılacak kadar güçlü olmaz ve paraşüt yarı açık durumda kalır. Geçirgenliği azsa, paraşüt hemen açılır, ama havanın kenarlara çok çabuk yayılması, paraşütün yana doğru sallanmasına neden olur.

Eşmerkezli şeritlerden yapılmış bir paraşütte, ayrıca, tepe noktasından kenarlara doğru uzanan ince şeritler de bulunmalıdır. Şişme sırasında, hava basıncı yanlara doğru yayılıp şeritleri gerinceye kadar, paraşütü oluşturan bantlar belirli bir süre titreşime uğrarlar. Şişmenin hızı, tepeden kenarlara uzanan şeritlerin sayısına bağlıdır.

1942 yılında tek parça yelkenli paraşütün, tepeden kenara uzanan şeritlerinden birinde bir delik ya da yırtık bulununca sallanmadığı ve deliğin karşıt yönüne doğru kaydığı görüldü. Bir süre sonra da, şeritlerinden biri açık olan bir paraşütte, üçgen biçimindeki şeridin iki taban köşesine bağlanan kordonlardan birinin çekilmesiyle paraşüt yönünün denetlenebildiği ortaya çıkarıldı. Bu yeni biçimli paraşütler, Dünya İkinci Paraşüt Şampiyonası (1953) sırasında denendi ve başarılı sonuçlar alındı. Günümüzde paraşütçüler, belirli bir noktanın birkaç santim yanına inebilecek kadar paraşütlerini denetim altına

alabilmektedirler. Gelişmiş paraşütlerdeki en önemli özellikler, yelkenin çabuk açılmasını sağlayacak biçimde tepeyi aşağıda tutan merkez kordonu, yön ve hız değişimi sağlayan denetim delikleri ve hızlı dönüşlerde denge sağlayan genişleme parçalarıdır.

Düşüş sırasında paraşütün ön yüzeyinde kaldırma gücü oluşturma ilkesi, kumaş kanatların yapımına yolaçmıştır. Başarılı bir türde, kanat üçgen biçiminde yapılır ve biçimin bozulmamasını sağlayan bir iç donatım ile kaldırma gücünü üst yüzeye yayan delikler bulunur. Bu tür paraşütler çok hızlı şiştiğinden, paraşütçünün zarar görmemesi için çok dikkatli davranması gerekir. Hava darbesiyle şişen ön bölümü ve arka kenar flapları olan dikdörtgen biçimli paraşütse, planör gibi uçurulur. Bu tür paraşütler, daire biçimli paraşütler gibi bir eksen çevresinde döndürülmez. İniş noktasına yöneltilmeleri ve hızlarının düşmesi için, frenlenmeleri gerekir. Bunların hareketi, bir kuşun yere inerken yaptığı harekete benzer. Kanat biçimli paraşütler, etkili olmalarına karşılık, yapımlarının oldukça karmaşıklığı nedeniyle şemsiye tipi paraşütlerin yerini alamamıştır. AEROFOİL biçimli üst yüzeyi oluşturan kubbenin yapımında, gözeneksiz bir kumaş kullanılır. Koninin arka bölümünde, iniş ve dönüşlerde denetim sağlamak için, ince ağlarla kaplı iki açık parça yeralır. Başka paraşüt modelleri de geliştirilmektedir. Bunların başarıları, ekonomik olmalarına ve sürekli olarak açık kalıp, kalmamalarına bağlıdır (Bk. PARAPLANÖR).

Yapımı: Paraşütler genellikle, üçgen biçimli, çok katlı kumaş parçalarının birbirine dikilmesiyle yapılır. Paraşütün biçimini belirleyen parçalar, elektrikli

Paraşüt yapımı. (üstte) Paraşütler kullanım alanlarına göre çeşitli biçim ve büyüklüklerde yapılır. Ağır malzeme indirmeleri için, ya çapları 30 m kadar olan büyük paraşütler ya da salkım paraşütler (birkaç paraşüt) kullanılır. Sesten hızlı paraşütlerde, şok dalgaları ve büyük hava akımları göz önüne alınmalıdır.

Naylon kordonların çekilmesiyle yönlendirilebilen, açık dilimli paraşüt. (altta solda)

Paraşütü otomatik olarak açan İrvin «Hitefinder» takmış bir paraşütçü. (altta sağda) Bu donatımda, hava basıncının artmasıyla çalışan bir kapsül, belirli bir yükseklikte bir tetiği çalıştırıp paraşütü açmaktadır.

makasla kesilir. Her parçanın, paraşüte gerekli biçim ve büyüklüğü verebilecek boyutlarda kesilmesi gerekir. Paraşüt yapımında maliyet önemli bir etmendir. Bu yüzden, belirli özellikleri verecek en yalın biçim seçilir. Paraşüt yapımında göz önünde bulundurulması gereken başka bir etmen de, kumaşların kısa zamanda hazırlanıp dikiş makinalarına gönderilmesidir. Bazı paraşüt fabrikalarında, zaman kazanma amacıyla, otomatik patron makinaları kullanılır.

Havadan ikmal paraşütleri (havadan yardım malzemesi ve silah indirme) çok büyük olduklarından (bazı durumlarda 20 m çaplı), beş bölümden oluşmaları öngörülmüştür. Birinci bölüm, güçlü hava basıncına dayanabilecek bir tepe bölümü, ötekiler de, hava akımını yayan ve direnç oluşturan daha hafif yapılı yan bölümlerdir. Bu yöntemin geliştirilmesiyle üç değişik büyüklükte paraşüt yapılmasını sağlayan kare biçimli kumaşların üretimine geçilmiştir. Her karenin bir kenarı 4 m uzunluğundadır. Bunlar birbirlerine çaprazlama birleştirilir. Beş kareden oluşan bir paraşüt 250 kg, on iki kareli 700 kg, yirmi kareden oluşan paraşütse 1 200 kg taşıyabilir. Paraşütün öteki bölümleri de ayrı ayrı üretilir ve gerektiğinde kısa sürede birleştirilir.

Malzeme: İkinci Dünya savaşına kadar paraşütler, ya keten, pamuk ve ipek gibi doğal ipliklerden ya da viskoz ve asetat ipliği gibi selüloz liflerinden (Bk. LİF, sentetik) yapılmaktaydı. Keten ve pamuk ipliğinin kalın, ipeğin de pahalı olması nedeniyle, 1939'da A.B.D. ve Almanya'da naylonun bulunmasına kadar, yalnızca belirli biçimlerde paraşüt yapılabildi. Çok güçlü ve paraşütün açılması sırasında oluşan şoklara çok iyi dayanan naylon, kısa zamanda öteki doğal ipliklerin yerini aldı. Yeni geliştirilen yapım yöntemleriyle her tür naylon iplik üretilebiliyordu. Naylon ipliğiyle dokunmuş paraşüt kumaşının tek olumsuz yanı, sıcak bir ortamda yumuşayıp delinmesiydi. Bu sorun da, kumaşa ince bir silikon tabakası kaplanarak çözüldü. Ancak, naylon paraşütlerin korunmalarında en yalın yöntem, paraşütün çok dikkatli katlanıp toplanmasıdır. Paraşüt kumaşının silindirlerden geçirilmesiyle de dokumadaki ipliklerin yayılması ve geçirgenlik oranının düşmesi sağlanır. Kumaşa ince bir kaplama yapılması da yırtılma oranını düşürür.

Çapraz biçimli havadan ikmal (malzeme atma) paraşütleri, polipropilen ipliğinden dokunmuş kumaşlarla yapılır. Bu madde, ucuz olmanın yanı sıra, sert ipliğin, paraşütün çok çabuk şişmesine yardımcı olduğunu da göstermiştir. Krepon kağıdı ve polietilen paraşütlerle de bazı deneyler yapılmış, ama bunların, malzeme ve üretim yöntemi olarak, seri üretime uygun olmadıkları anlaşılmıştır.

Naylon ipliğinden dokunmuş paraşüt kumaşları ve kolanlar, eskiden kullanılan keten ve pamuk gibi doğal ipliklerden yapılmış kumaşlardan, hem daha az yer kaplarlar, hem de çeşitli işlemlerden geçirilip boyanarak, güneş ışınlarına karşı daha dayanıklı bir hale getirilebilirler. Pilot kabininde uzun süre güneş ışınları altında kalan paraşüt kolan ve bağlarının, böyle bir özellik taşımaları oldukça önemlidir.

PARATONER Bk. YILDIRIMLIK

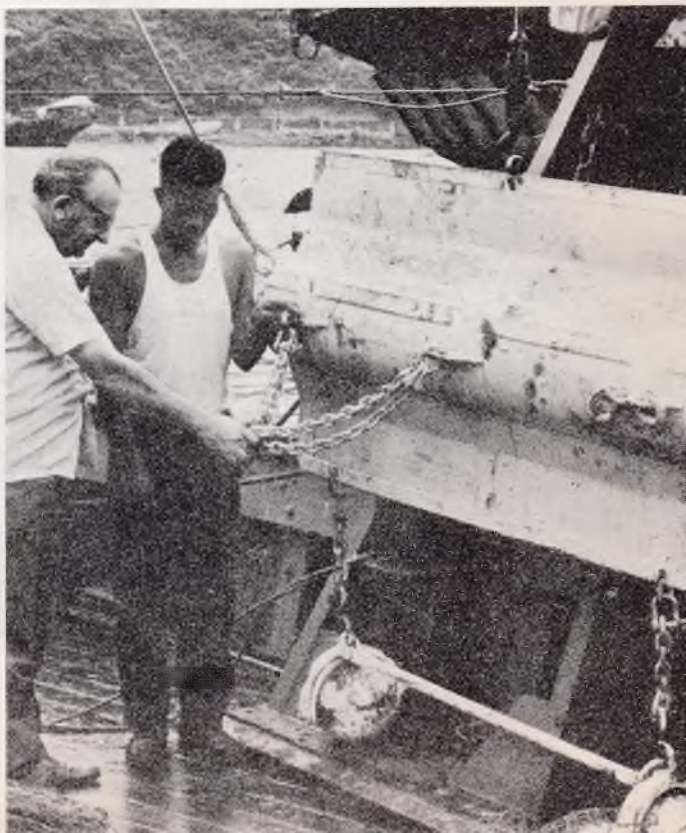
PARAVAN

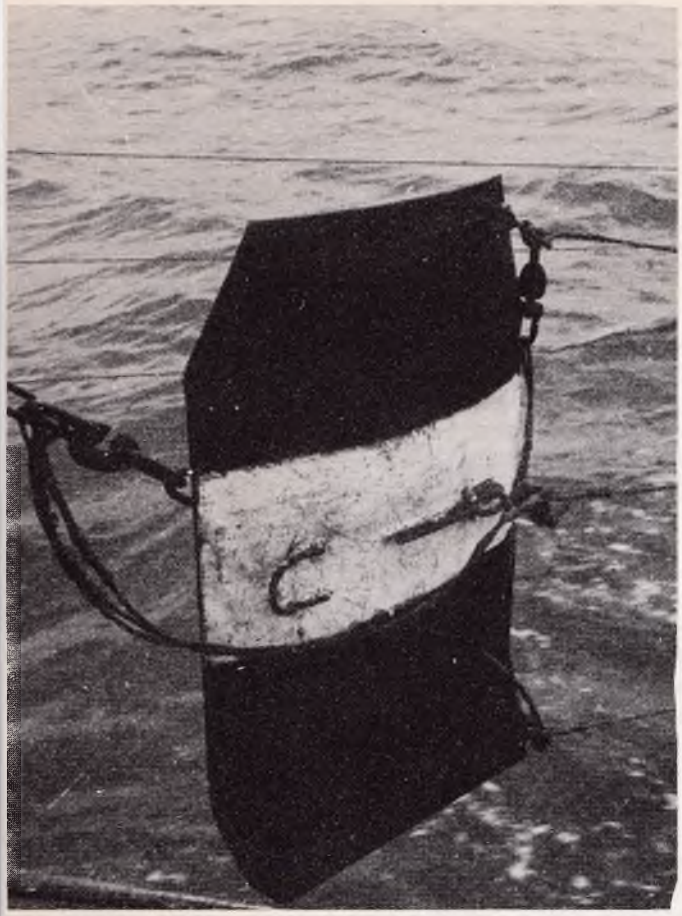
Paravan, gemileri MAYIN'lardan koruyan bir araçtır. Su altından çekilen paravan, mayınların bağlantı kablolarını kesmede kullanılır.

Deniz mayını, su yüzeyinin hemen altında yeralır ve deniz dibindeki bir ağırlığa, bir kabloyla bağlıdır. Kablosu kesilen mayın yüzeye çıkacağından, kolayca görülür ve ateş edilerek patlatılır.

Paravanın yapısı: Paravan, bir tür sualtı uçurtmasıdır. İki yanında, uçak kanadı gibi kanatçıkları olan, torpile benzer bir gövdesi vardır. Serbest bırakıldığında, su yüzüne çıkıp yüzen paravan, gemi tarafından çekilirken, kanatçıklara etkiyen bir kuvvetle aşağı doğru itilir. Paravanın kuyruğunda bulunan bir yükseklik dümeni, gene paravan içinde bulunan bir hidrostatik aygıtla denetlenerek, paravanı önceden belirlenen bir derinlikte tutar. Paravan, gemi burnundan, su kesiminin tam altında bulunan bir bağlantı yerinden iki yana doğru açılmış olarak, omurga derinliğinde çekilir. Paravanın çekiş kablosuna çarpan bir mayın bağlantı kablosu, yana doğru kayıp paravana yaklaşır. Bu kayma sırasında, mayın kablosu, kesici özellikte olan paravan çekme kablosu

Trol ağlarının derinlik ve ağız açıklıklarını denetlemede kullanılan, paravana benzeyen bir aygıt. (altta) Su içinde istenen derinliğe batması için, kanatlardan birine metal ağırlıklar bağlanır.



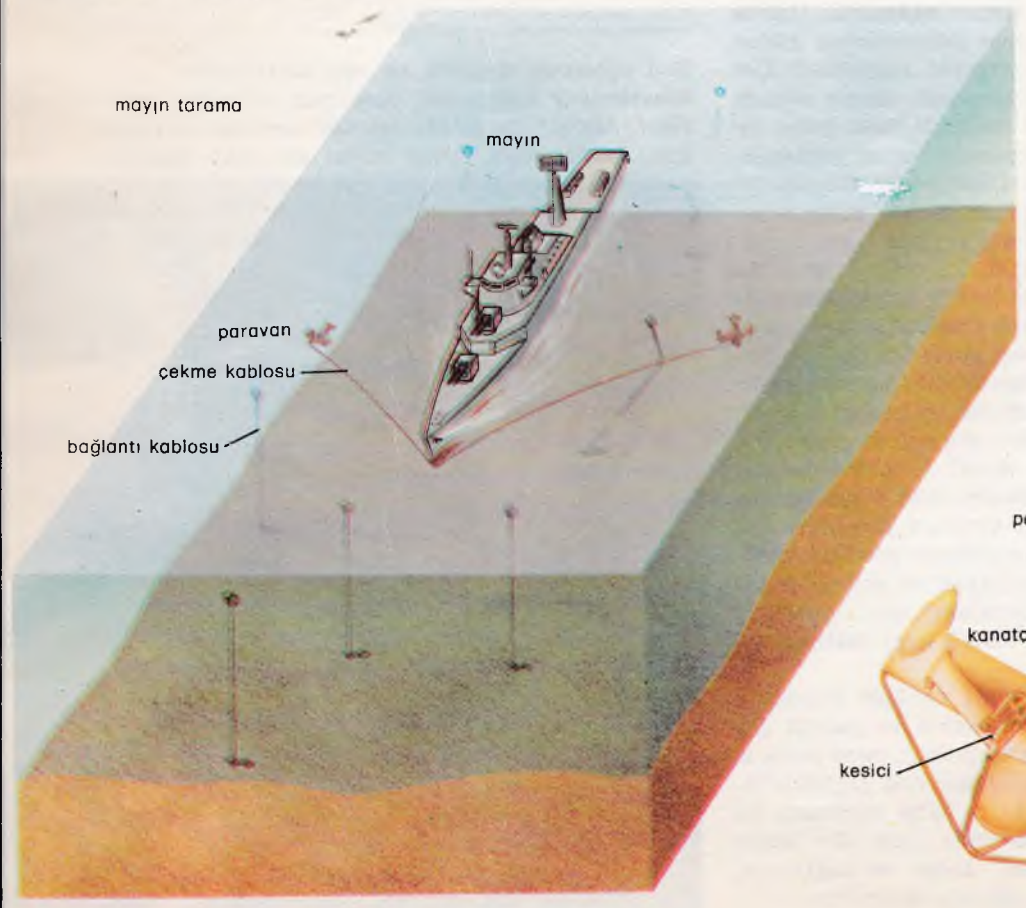


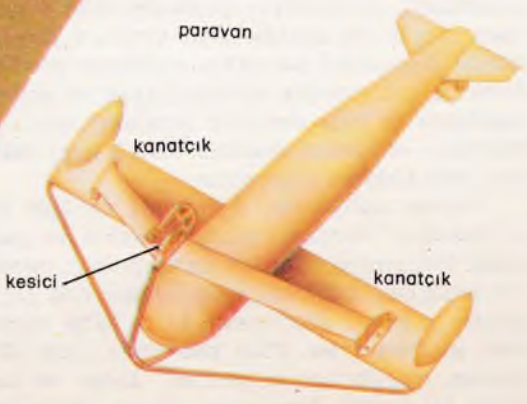
arafından kesilir. Kesme işlemi kabloda tamamlanmazsa, paravana bağlı olan bir kesme aygıtıyla da gerçekleştirilebilir.

Paravanlar, gemi pruvasından çekilebilen ya da aşağıya indirilebilen *V* biçimli bir pabuca bağlanır. Bağlantı pabucunu yukarı çekmede kullanılan kablo, doğrudan doğruya bodoslamadan güverteye uzanır. Buna karşılık, aşağı salma kablosu, dikey olarak gemi başaltına uzanan bir borudan geçer. Mayın tarama görevi başlamadan önce, bağlama pabucu güverteye çekilir ve paravan kabloları bağlanır. Daha sonra pabuç, çekme konumuna indirilir ve paravanlar, gemi güvertesinin iki yanından suya bırakılır.

Trol ağlarında paravan gibi kullanılan plaka. (solda) Plakanın yüzeyinden geçen su akımı, bir yan güç oluşturarak, ağın açık kalmasını sağlar.

Paravan, iki yanında uçak kanatlarına benzer kanatçıkları olan ve torpile benzeyen bir aygıttır. (altta) Mayın tarama işlemi sırasında paravan, kesicinin üstündeki bir yere bağlanmış olan bir kabloyla gemi burnundan çekilir. Deniz mayınlarının bağlantı kabloları, ya paravan çekme kablosu ya da paravandaki kesici tarafından kesilir. Mayın su yüzeyine çıkar ve ateş edilerek patlatılır.





Paravanlar, hem Birinci, hem de İkinci Dünya savaşında bütün savaş gemilerinde kullanılmış, bu savunma aygıtından, mayınlı sulardan geçmek zorunda kalan ticaret gemilerinde de yararlanılmıştır. Günümüzde savaş gemilerine, genellikle paravan takılmamakta, buna karşılık, trol ağlarında paravana benzeyen bir sistem kullanılmaktadır.

PASCAL, BLAİSE (1623 - 1662)

Blaise Pascal, ilk hesap makinasını (Bk. HESAP MAKİNALARI) yapmasının yanı sıra, atmosfer basıncını deneysel olarak göstermiş, hidrolik iletim gücü üstüne kuramsal ilkeler öne sürmüş, matematikte koni kesitlerinden olasılık kuramına kadar birçok konuda öngörüde bulunmuş bir bilim adamıdır.

Annesi üç yaşındayken ölünce, babası, Pascal ile kız kardeşlerinin eğitimiyle kendi ilgilendi. Bilim ve matematik konularında bilgili ve çok dindar olan baba Pascal, bu özellikleri oğluna da kazandırdı. Blaise Pascal'ın çocukluğu hastalıklarla geçti. Babası, sağlığını bozmasından korktuğu için ona geometri öğretmedi. Pascal temel kuramları, kendi kendine öğrendi.

Blaise Pascal, 16 yaşındayken, babasına yardımcı olabilmek için bir hesap makinası geliştirdi. Kollarla on dişli çark harekete geçiriliyor, bunlar da, üstünde rakamlar bulunan silindirleri çeviriyordu. Her çarkın, bir tur döndükten sonra yanındakini döndürecek bir dişi vardı. Toplanacak sayılar sırayla çevriliyor ve toplam, dıştaki çerçevenin içinde beliriyordu. Makina, çıkarma işlemlerinde de kullanılabiliyor, ama çarpma zor ve yavaş oluyordu. Pascal yıllarca buluşunu yaygınlaştırmaya çalıştı. Birkaç düzine model yapıldı. Ama bunlar, çok pahalı olduğundan, önemlerinin anlaşılmasına karşın, pek satılmadı.

1646'da Pascal, Torricelli'nin yapay vakuma ilişkin deneylerini öğrendi. «Vakum içinde vakum» gibi aygıtlar yaparak, bunları geliştirmeye çalıştı. Cıva sütununu yerinde tutacak bir dış güç bulunmadığında ne olacağını araştırdı. Tek tüpteki cıva sütununun dengede durmasının nedenlerini ortaya çıkarmak istiyordu. Torricelli, bunun, havanın ağırlığına bağlı olduğunu öne sürmüştü. Pascal, bir dağın tepesi ile eteğinde yapılacak deneylerin gerçeği ortaya çıkaracağını düşündü. 1648'de Dôme tepesinde yapılan deneyler, Torricelli'nin savını doğruladı. Pascal, atmosfer ağırlığındaki değişikliklerin, hava tahminlerinde ve dağların yüksekliklerinin ölçülmesinde kullanılabileceğini düşündü. Ne var ki, o dönemde doğada gerçek vakum olmadığı düşüncesi ağır bastığından, Pascal'ın da gerçek bir vakum yaratmasının olanaksız olduğu belirtiliyordu. Bu tartışmalar Pascal'ı «*Hava Kütlesinin Ağırlığı Üstüne Tez*» adlı yapıtında, havayı, sıkıştırılabilir bir akışkan olarak tanımlamaya götürdü. Bir süre sonra «*Sıvıların Dengesi Üstüne Tez*» adlı yapıtında, sıkıştırılamaz akışkanlar ve su konusunda görüşlerini açıkladı. «Pascal ilkesi» adıyla tanınan ilkede, hareketsiz bir akışkanda basıncın, bütün yönlerde eşit olarak dağıldığı ortaya kondu. Yükseklikleri aynı, çapları farklı olan iki su sütununun oluşturduğu basıncı bir terazide dengeleyerek, hidrostatiği genel mekanikle birleştiren Pascal, bu ilkenin makinalarda da kullanılabileceğini düşündü. Yıllar sonra hidrolik pres ve başka aygıtlar, bu ilkeye dayanılarak yapıldı.

Fizikçi, matematikçi, düşünür ve yazar Pascal (üstte), sağlığının bozuk olmasına karşın, kısa yaşamına pek çok çalışma sığdırmayı başarmıştır.

Pascal'ın 16 yaşında bulduğu hesap makinası. (altta) Sayıları taşıyan silindirleri çarklar döndürüyor, sonuç, çerçevede yazılıyordu.

Pascal, söz konusu araştırmaların tümünü 30 yaşına basmadan gerçekleştirmişti. 1654'te bilimsel çalışmaları bırakıp, kendini bütünüyle dine adadı. Hıristiyanlık konusundaki düşüncelerini topladığı *Pensées* (Düşünceler) adlı kitabı ölümünden sonra yayınlandı.

PASLANMAZ ÇELİK Bk.ALAŞIM; ÇELİK ÜRETİMİ

PATLAYICILAR

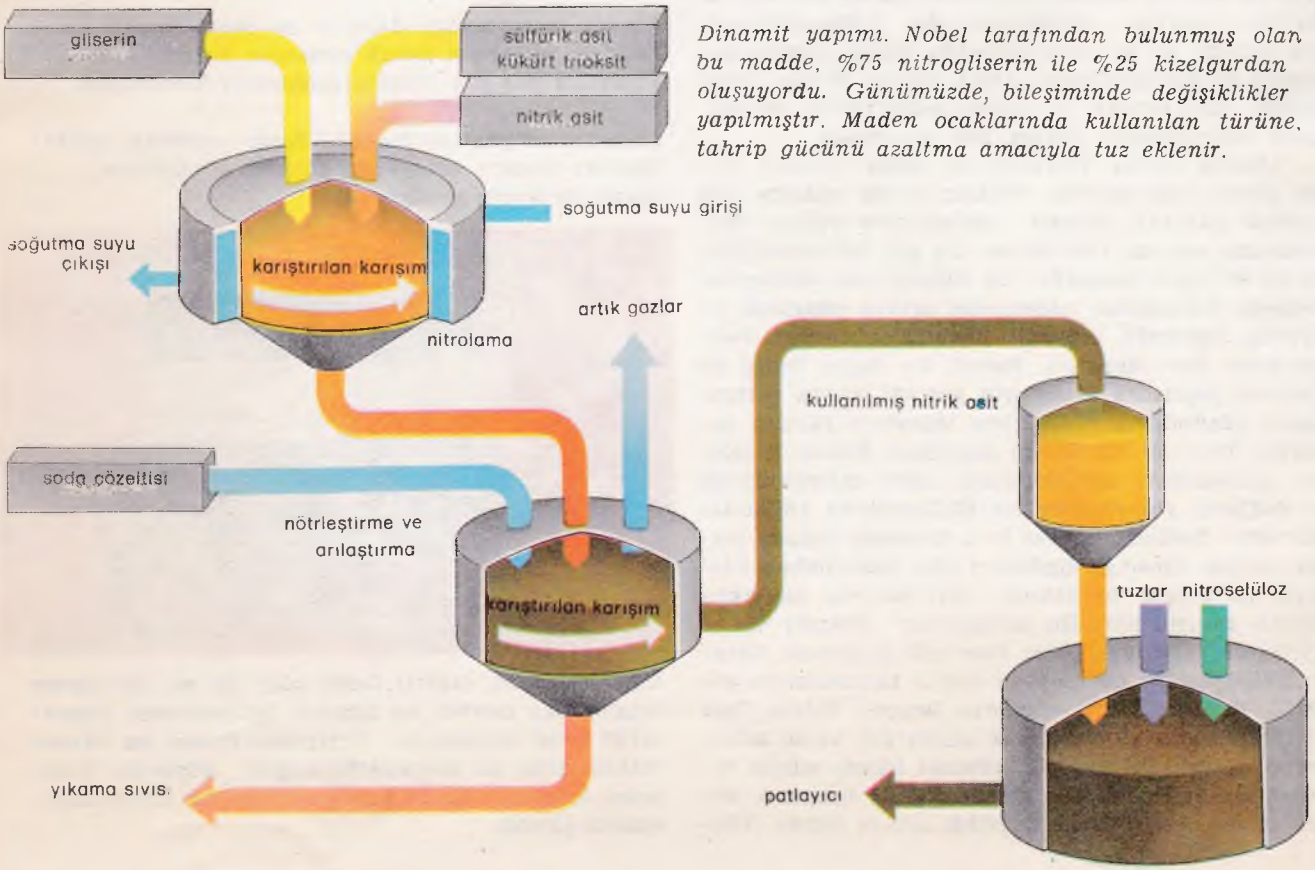
Savaşta kullanılan fişeğe benzer ilk madde, İ.S. 673'te Kallenikos tarafından bulunan RUM ATEŞİ'ydi. Rum ateşi, gerçek bir patlayıcı olmamasına karşılık, birçok deniz savaşının kazanılmasını sağladı. Petrol ve kükürtten oluştuğu sanılan yangın çıkarıcı maddesi çok etkili olan rum ateşinin bileşimi, 1453'te Bizans İmparatorluğu'nun yıkılması nedeniyle bir sır olarak kaldı.

Barutun (ya da karabarutun) kökeni bilinmemektedir; ama Çinlilerin İ.Ö. III. yüzyılda güherçilenin (potasyum nitrat) özelliklerini öğrendikleri sanılmaktadır. Çinliler güherçileden XII. yüzyıla kadar yalnızca havai fişek olarak yararlandılar. Batı'daysa bu maddeye, «Çin karı» adı verilmekteydi. Barutun formülünü bulan ilk bilinen Batılı, Roger BACON'dır. Bu formül, Bacon'ın 1245'te yazdığı, *De Secretis Operibus Artis et Naturae* (Sanatın ve Doğanın Gizleri) adlı yapıtında ortaya konmuştur.

Barutun, ilk ateşli silahta kullanılması 1320'de gerçekleşti. 1346'da da İngiliz askerleri Crecy'de Fransızlara karşı TOP kullandılar. Barutun formülü o zamandan bu yana değişikliğe uğradı. Günümüzde kullanılan barutun bileşimi, % 75 güherçile (potasyum nitrat), % 15 kömür (karbon), % 10 kükürttür. Aşırı hızlı (saniyede 400 m) yanması, namluda artık bırakması ve duman oluşturması nedeniyle ateşli silahlarda artık barut kullanılmamaktadır. Bununla birlikte, havai fişeklerde ve manevra fişeklerinde yaygın olarak kullanılır. S.S.C.B'nin Mars'a gönderdiği tepkili roketlerde de barut kullanılmıştır.

Patlama ve detonasyon: Bir patlayıcı madde ateşlendiği zaman, hızla ayrışıp, büyük miktarda ısı ve gaz açığa çıkarır. *Patlama*, hızlı yanmadır. Yanma, madde içinde tabaka tabaka (saniyede 400 m dolayında yavaş sayılabilecek bir hızda) yayılır ve basıncın artırılmasıyla hızlandırılabilir. Bu tepkimeye genellikle «*yavaş yanarak patlama*» denir.

Detonasyonda, patlayıcı madde, sesötesi etki oluşturarak çok büyük bir hızla yanar. Detonasyon hızı, patlayıcı maddeye özgü bir özelliktir ve basınçla değişmez. Genellikle saniyede 2 000-9 000 m arasındadır. Detonasyon, yaklaşık 100 000 bar basınç oluşturur ve yolu üstündeki her şeyi tahrip eder. Bu süreç sırasında oluşan gazlar, aynı yönde yayıldıklarından, arkalarında alçak basınç bölgeleri ortaya çıkar. Detonas-



Dinamit yapımı. Nobel tarafından bulunmuş olan bu madde, %75 nitrogliserin ile %25 kizelgurdan oluşuyordu. Günümüzde, bileşiminde değişiklikler yapılmıştır. Maden ocaklarında kullanılan türüne, tahrip gücünü azaltma amacıyla tuz eklenir.

yon, bir kez başlatıldıktan sonra durdurulamaz (Bk. DETONATÖR).

Yavaş yanarak patlayan patlayıcılara «düşük patlayıcılar» ya da «iticiler» denir. ROKET'lerde ya da mermilerde itici olarak kullanılan hızı, yavaş gazlar oluştururlar. Tahrip etkili patlayıcılaraysa, «yüksek patlayıcılar» denir. Bunlar, bombalarda, madencilikte ve taş ocaklarında kullanılır.

Sınıflandırma: Patlayıcıları belirleyen özellikler, yanma ya da detonasyon hızı, patlama sıcaklığı, duyarlık ve güçtür. Bazı patlayıcıların özellikleri ölçülebilir, ama genellikle standart bir patlayıcı olan *pikrik asit*le karşılaştırma yapılır. Pikrik asidin değeri 100 olarak alınır. Gücü daha az ya da duyarlığı daha fazla olan patlayıcıların değeri, 100'den düşüktür. Değeri yaklaşık 20 olan duyarlı patlayıcılar, detonatör (fi-

Patlayıcıların en yaygın kullanım alanlarından biri, taş ocaklarıdır. Resimde (altta), patlayıcı, kireç taşı ocağını açmak için ateşlenmiştir. Kırılmış taşlar, buldozerlerle kaldırılır

til) olarak kullanılır. Bunlar, düşük duyarlıklı ana patlayıcı maddenin tepkimesini başlatacak olan ara patlayıcıyı (orta duyarlıklı, yaklaşık 60) harekete geçirirler.

Modern patlayıcılar: XIX. yüzyılda patlayıcı olarak barut, yerini başlıca üç tür karışıma bıraktı: Dayanıksız moleküllerden oluşan fülminatlar ve azürler; amonyum nitrat ve nitroselüloz organik esterleri, nitrogliserin ve PETN; büyük bir grup olan ve içinde pikrik asit, TNT, tetril ile RDX'in bulunduğu nitro bileşikleri.

1845'te Schönbein, nitroselüloz $(C_6H_7O_2[NO_3]_3)_n$ elde etmek için, pamuğu, nitrik asit ve sülfürik asit karışımıyla nitroladı. 1875'te Sir Frederick Abel, pamuktan, daha dayanıklı bir patlayıcı madde elde etmeye yarayan yeni bir yöntem buldu. Ama çalışmaları sırasında birçok patlama oldu.

Maddenin özellikleri, nitrolama derecesine bağlıdır. Nitrolama derecesi, pamuğun lifli yapısı tarafından engellenebilir ve genellikle di ile tri-nitratlar karışımından oluşur. Karışım, çözücülerle jellenip sıkıştırılarak istenilen biçime, sözgelimi, şerit, ince tabaka ya da boru biçimine sokulur. Kuru olduğu zaman çok duyarlıdır (yaklaşık 23 hızda), nemli olduğu zamansa duyarlığı azalır (yaklaşık 120), ama patlayabilir Detonasyon hızları, 7 300 m/san (kuru) ve 5 500 m/san (nemli) kadardır.

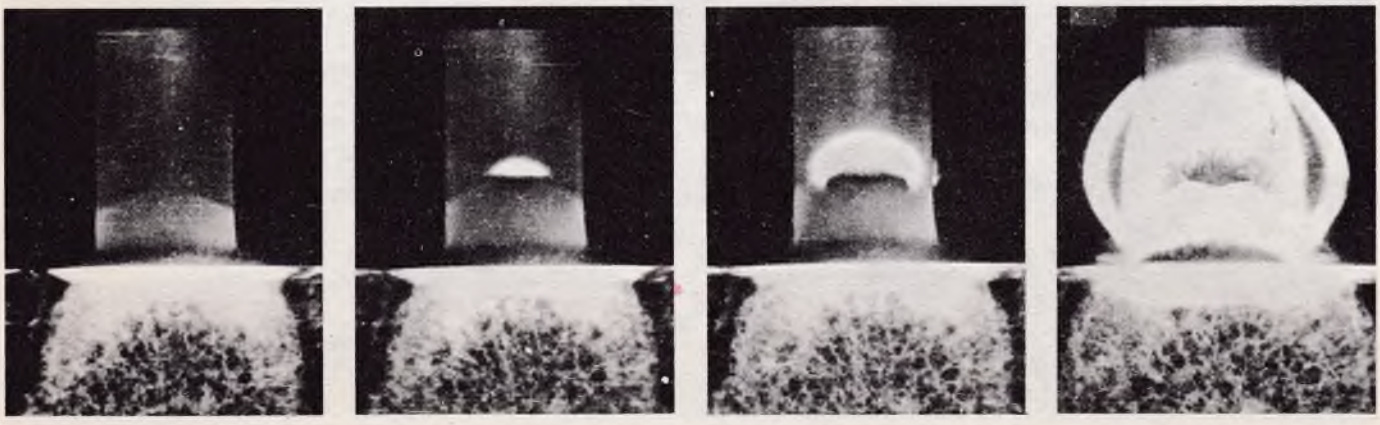
Çok tehlikeli bir patlayıcı sıvı olan *nitrogliserin* (duyarlık 13), ilk kez, sülfürik asit ve nitrik asit karışımı ile gliserolün nitrolanmasıyla Sobrero tarafından 1846'da Torino'da yapıldı. 1865'te Alfred NOBEL, bu maddenin kizelgura (kizelgur, tek hücreli bir alg fosilinden oluşmuştur) emdirilmesiyle, güvenlikle kullanılabileceğini buldu. Ayrıca nitrogliserini, %8 oranında nitroselüloz katıp jel haline getirerek katılaştırdı. Nobel bunlara «dinamit» ve «patlayıcı jelatin» adını verdi. Nitrogliserinin $(C_3H_5N_3O_9)$ detonasyon hızı 7 750 m/san, gücü 160, patlama sıcaklığı 4 500°C'tır.

PETN *(pentaeritritol tetranitrat, $C_5H_8N_4O_{12}$)* gücü yüksek (166), detonasyon hızı 8 100 m/san olan, duyarlı (40) bir patlayıcıdır. Ara patlayıcı olarak yararlıdır. Detonatör şeritlerinin yapımında yaygın olarak kullanılır. Şeritlere az miktarda konmasına karşın, büyük bir uzunluk boyunca detonasyonu sürdürür.

Pikrik asit ilk kez 1771'de (Sprengel'in bunun bir cıva fülminat kapsülle ateşlenebileceğini göstermesinden yüz yıl önce) Woulfe tarafından yapıldı. Fenolün nitrolanmasıyla elde edilen pikrik asit, nitrogliserin ve nitroselülozdan daha az duyarlı, ama en az onlar kadar güçlü olduğu için, ateşli silahlarda güvenlikle kullanılabiliyordu. 1888'de sevk barutunun yerini aldı. Standart olarak değer taşıması dı-

Üç metre derinliğe yerleştirilmiş, yaklaşık 4 kg ağırlığındaki patlayıcının ateşlenmesiyle oluşan su sütunu. (üstte)

Alttaki dört resimde, katı bir patlayıcıda detonasyon dalgasının ilerleyişi görülmektedir. Burada RDX ve TNT karışımı kullanılmıştır. Fotoğraflar arasında, iki mikrosaniyelik (saniyenin milyonda biri) bir zaman aralığı vardır.



şında, pikrik asit ($C_6H_2[NO_2]_3OH$) günümüzde pek kullanılmamaktadır.

TNT ya da *trinitrotolüen* ($C_7H_5[NO_2]_3$), tolüenin nitrik asit ve sülfürik asitle nitrolanmasıyla elde edilir. Duyarlığı 110, gücü 95, detonasyon hızı 7 000 m/san' dir. Yapılması kolay ve ucuzdur. Mermilerde ve bombalarda, genellikle amonyum nitratla karıştırılarak kullanılır.

Tetril ($C_7H_5N_5O_8$), dimetilanilinin nitrolanmasıyla elde edilir. Toz halinde ve zehirli olduğu için, çok dikkatli hazırlanması gerekir. Detonasyon hızı 7 300 m/san, gücü 120, duyarlığı 70'tir. Bu nedenle, bir patlayıcıdan, ana patlayıcıya detonasyon dalgasını iletmede yararlı olur. *Heksojen* ya da *siklonit adı da* verilen *RDX* ($CH_2N.NO_2$)$_3$, 1899'da Alman Henning tarafından bulunmuştur. Heksametilen tetraminin nitrolanmasıyla elde edilir. Patlama gücü 167, detonasyon hızı yüksektir (8 400 m/san). Duyarlığı orta derecededir (54). Askeri ve sivil alanda çok kullanılır.

Patlayıcıların kullanılışı: Patlayıcıların başlıca kullanım alanları savaşlardır. Modern iticiler, 1880' lerde gerçekleştirilen çalışmalardan kaynaklanır. 1884'te Fransız Vieille, eter-alkol çözücüyle nitroselülozu jel haline getirmiş, sonra ince tabakalar biçiminde kesmiş ve buna «toz B» adını vermiştir. Nobel 1888'de nitroselülozu nitrogliserin ile jel haline getirerek *balistit* yapmıştır. 1889'da İngiliz «*kordit*»i de Nobel'in yöntemleriyle yapılmıştır. Bu maddeler silahlarda itici olarak kullanılamayacak kadar yavaş yanmalarına karşılık, patlayıcı karışımının uygun biçimde tutuşturulmasıyla, saniyede binlerce metre hızla yanmaları sağlanabilir.

Bir patlayıcının patlamasıyla ortaya çıkan etki, metalleri birbirine bağlamada ya da onların bir kalıbın biçimini almasını sağlamada kullanılabilir. Takma dişlerin ve radar antenleri üstündeki koruyucu kubbelerin yapımında, genellikle bu yöntemden yararlanılır.

Patlayıcılar maden ocaklarında da yararlı olur. Kanal kazılmasında, liman yapımında ve benzeri alanlarda çok büyük miktarlarda patlayıcı kullanılır. Sismik araştırmalarda, sözgelimi petrol aramalarında, yerin tabakaları içine gönderilen patlayıcının ateşlenmesiyle oluşan dalgalar, bölgenin yerbilimsel özelliklerine göre kırılır ya da yansır. Bu dalgaların kaydedilmesiyle, söz konusu bölgenin yapısı ortaya çıkarılabilir.

Patlayıcıların değişik bir kullanımı da, petrol ya da doğal gaz kuyusu yangınlarının söndürülmesidir. Sözgelimi, Büyük Sahra'da beş ay süreyle yanan bir kuyu, 250 kg dinamit kullanılarak söndürülmüştür.

PELTON ÇARKI Bk. TÜRBİN

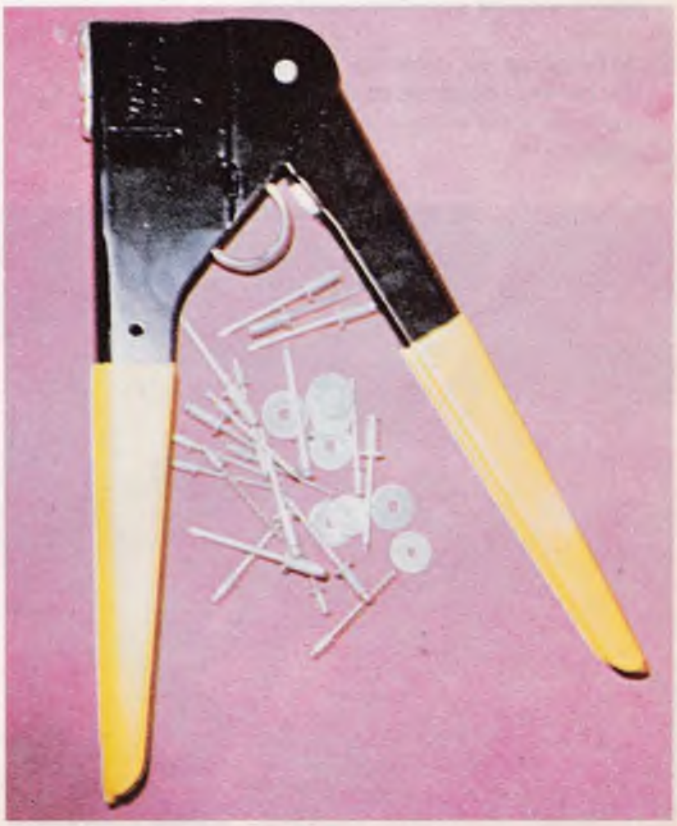
PERÇİNLEME

Mühendislikte çeşitli parçalar, birbirlerine kalıcı ya da çözülebilir bağlama yöntemleriyle birleştirilir. Vidalar, kamalar ve pimler, çözülebilir bağlantı örnekleridir; KAYNAK, lehim (Bk. LEHİMLEME), PİRİNÇ LEHİMİ ve perçin ise, kalıcı bağlantılar oluştururlar.

Perçin, bir kafa ile silindir biçimli bir gövde ya da saptan oluşur. Perçinler genellikle yumuşak çelikten yapılır. Uçak yapımcılığındaysa, hafif alaşımlardan yapılmış perçinler kullanılır. Köprüler, çatılar, krenler, çelik yapılar, vb., üçgen biçimine getirilerek perçinlerle birbirine tutturulmuş yapı öğeleriyle kurulur. Bu öğelerde, birbirine değen iki parçada delikler açılır. Perçin bu deliklere geçirildikten sonra, ucu dövülerek yassılaştırılır.

Çekme gerilmesi altında çalışan yapı öğelerine «*çekme öğesi*», basma gerilmesi altında çalışanlarayssa, «*basma öğesi*» adı verilir. Bu tür yapılarda kullanılan perçinler, öğeler arasında oluşan *kesme kuvveti* etkisinde kalırlar. Yapı bir yük altında olduğu zaman, metal levhaların kenarları, tıpkı bir makasın kesici ağızları gibi perçini keser. Perçinlerin arasındaki uzaklık ve perçin sıralarının sayısı gibi özellikler, uygulanan kuvvete göre mühendislerce belirlenir. Perçinler arasındaki uzaklığa «*adım*», yan yana iki perçin sırası arasındaki uzaklığa da «*diyagonal adım*» adı verilir.

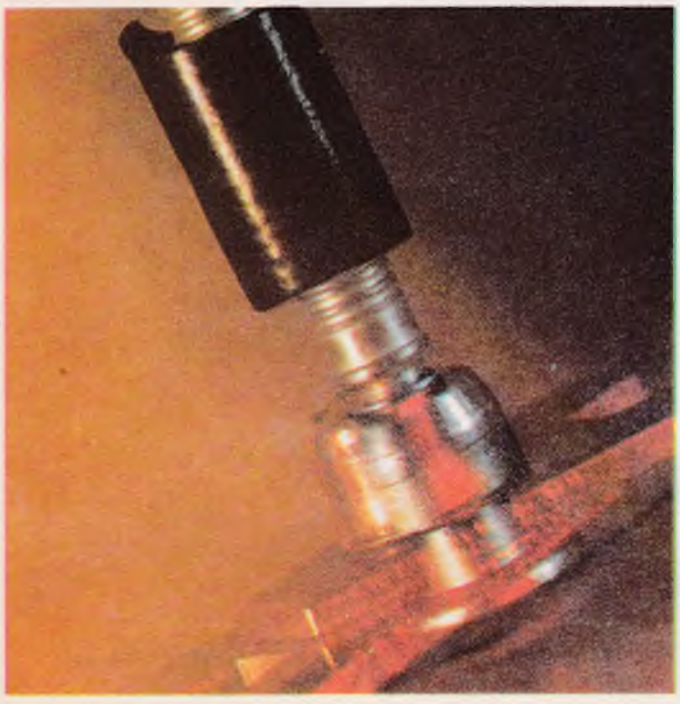
Perçinler genellikle *tek etkili* olarak kullanılır. Kesme kuvvetini azaltmanın yollarından biri, bir lev-



Küçük onarım işlerinde kullanılan perçin aleti ve çeşitli boyutlarda perçinler. (üstte)

Chobert darbeli perçinleme sistemi (üstte), ilk kez 1932'de, uçakların dış kaplamalarını gövdeye perçinlemek için kullanıldı. Günümüzde endüstrinin birçok dalında yararlanılmaktadır.

Diş açılmış bir perçinin sıkılması. (altta) Perçin başı, dövmeye ya da ısıtmaya gerek kalmadan, bir vidanın sıkıştırılmasıyla oluşturulur.



hayı, ters yöndeki kuvvetin etkisi altında bulunan öteki iki levha arasına almaktır. Böylece, gerilme genliği yarıya inmiş ve bağlantı yeri iki kat sağlamlaştırılmış olur. Bu durumdaki perçinlere «*çift etkili*» denir. Perçinlenmiş bağlantının dayanıklılığının, levhanın normal dayanıklılığına oranına, bağlantının «*verimi*» denir. *Yapısal* bir bağlantı noktası, yapıya yüklenen kuvvetin etkisi altındadır. Bir kazanda bulunan bağlantılarsa, ek bir yükün, yani basınç yükünün de etkisi altında bulunur.

Perçinler, koşum takımı, kayış ve kemer gibi nesnelerin üretiminde de kullanılmaktadır. Bu alanlarda perçinleme, dikişin yerini alır.

Perçin tipleri: Perçin başları *yuvarlak*, *düz* ya da *gömme* olabilir. Yuvarlak başlı perçinler, genellikle makinayla perçinleme işleri için kullanılır. Düz başlı perçinler kapalı yerlerde kullanılır ve el çekiciyle dövülür. Gömme başlı perçinlerdense, gemi ve uçak yapımında yararlanılır. Bu perçinlerin kullanılmasıyla düz, dolayısıyle, rüzgara ve suya karşı dirençli yüzeyler elde edilir. Perçin gövdesinin içi boş ya da dolu olabilir. Gövdenin başın hemen altında bulunan bölümü, koni biçimli yapılır. Bu biçim, baş bölümünün kesit alanındaki değişmeye daha yumuşak bir geçiş sağlayarak, kırılmaya karşı büyük bir dayanıklılık kazandırır.

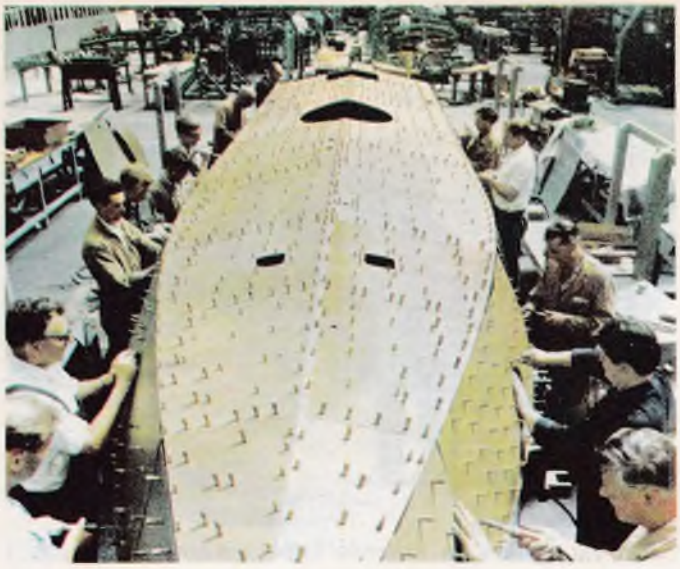
Perçinin baştan en uzak bölümüne «*kuyruk*» adı verilir. Çekiçle dövülen ya da kalıpla biçim verilen bölümü burasıdır. Dövme sırasında perçin başı, bir *takoz*la bastırılır. İçi boş perçinlerin kuyruğuna, ya bir havşa açılır ya da şişirilir. İçi boş perçinlerin bazılarında, az miktarda patlayıcı madde bulunur. Sıcaklıkla ya da patlatma aygıtlarıyla patlatılan bu maddeler, içi boş perçin kuyruğunu genişleterek, başı ortaya çıkarırlar.

Dövme işlemi elle ya da pnömatik bir aygıtla yapılabilir. *Sıkma* perçinlemede, metal, arka arkaya vurulan darbelerle değil, sürekli olarak uygulanan bir basınçla sıkıştırılır. Sıkma perçinleme, bir mandrenle, içi boş perçinlere de uygulanabilir. Bir el aletiyle mandren, iç boşluktan çekilir ve karşı yanda baş oluşturulur. Sonra mandren koparılır ve alet bırakılır. Çapı 35 mm'ye kadar olan içi dolu çelik perçinlerde, sıkma ve kuyruk ucunun çevrilmesi yöntemlerinin birleştirilmesiyle, baş oluşturulabilir. Bunu yapan alet, bir yandan bir yörüngede dönerken, öte yandan da merkezden dışarı doğru bir kuvvet uygular. Böylece, her turda metali biraz sıkıştırır.

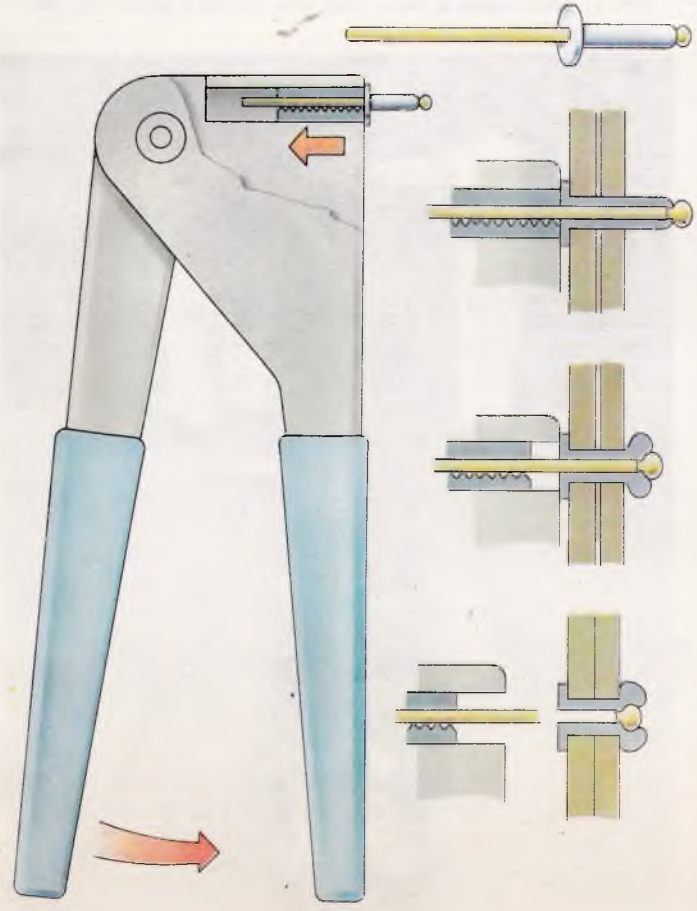
Dövme yoluyla kuyruğu ikiye ayrılan *çatallı* perçinler deri malzemeyi birleştirmek için kullanılır.

İşin hazırlanması: Perçin bağlantıları, *uç uca* ya da *üst üste* bağlantılar olabilir. Üst üste bağlantıda, birleştirilecek levhalar üst üste yerleştirilir. Uç uca bağlantıdaysa, levhalar uçlardan birbirine değdirilerek, bağlantı bölgesinin üstü başka levhalarla ya da plakalarla kaplanır. Bunların kalınlığı, birleştirilen levha kalınlığının en az yarısı kadar olmalıdır. Perçin delikleri, birleştirilen uçların üstündeki levha ya da plakalardan delinir.

Delikler perçinin çapına uygun büyüklükte açı-



Bir helikopterin alt kaplamasının perçinlenmesi. (üstte) Pimler, perçinlenen metal levhayı yerinde tutar, işlem bitince çıkarılırlar.
Küçük onarım malzemesi satan yerlerde bulunan bir perçin pensi. (altta) Perçin, büyük başlı bir çivi ya da mandrenle birlikte satılır. Uygun büyüklükte bir delik açılır, perçin yerleştirilir ve mandren pensle çekilir. Pens saplarının sıkılması, mandrenin başının perçini şişirmesine, sonra da saptan koparak kalıcı bir bağlantı oluşturmasına yetecek kadar kuvvet uygular.



lır ve ağızdaki çapaklar, ters taraftan temizlenir. Çok hassas olan işlerde birleştirilecek olan yapının tümü, kaymaları önleme amacıyla, önce vidalanır ya da hafifçe kaynaklanır (puntalama), sonra bütün delikler aynı anda, olabildiğince küçük boyutta açılır. Perçinler, bu tür delikleri tam olarak doldurur.

Perçinler yuvalarına, ısıtılarak sokulur. Soğuduklarında, boyları kısalarak sıkı bir bağlantı oluştururlar. Ancak, soğurken çapları da daraldığından, sızmalara yolaçabilecek bir hava boşluğu ortaya çıkar. Su depoları ve buhar kazanları gibi birimlerde, perçin başlarının ve levha bağlantılarının, sızıntıları önlemek için dikkatle işlenmesi gerekir. Bu işlerde *kalafat* takımlarından yararlanılır. Kalafat takımı, soğuk keski aletine benzer ve onun gibi kullanılır. Ancak, perçinde amaç, metali kesmek değil, kenarlardaki metali sıkıştırmaktır. Alet kalınlığı, metalin kalınlığına yaklaşık olarak eşitse, «*dövme*» takımı diye adlandırılır. Dövme işinin daha kolay yapılabilmesi için, levhanın kenarları 80° kadar eğilir.

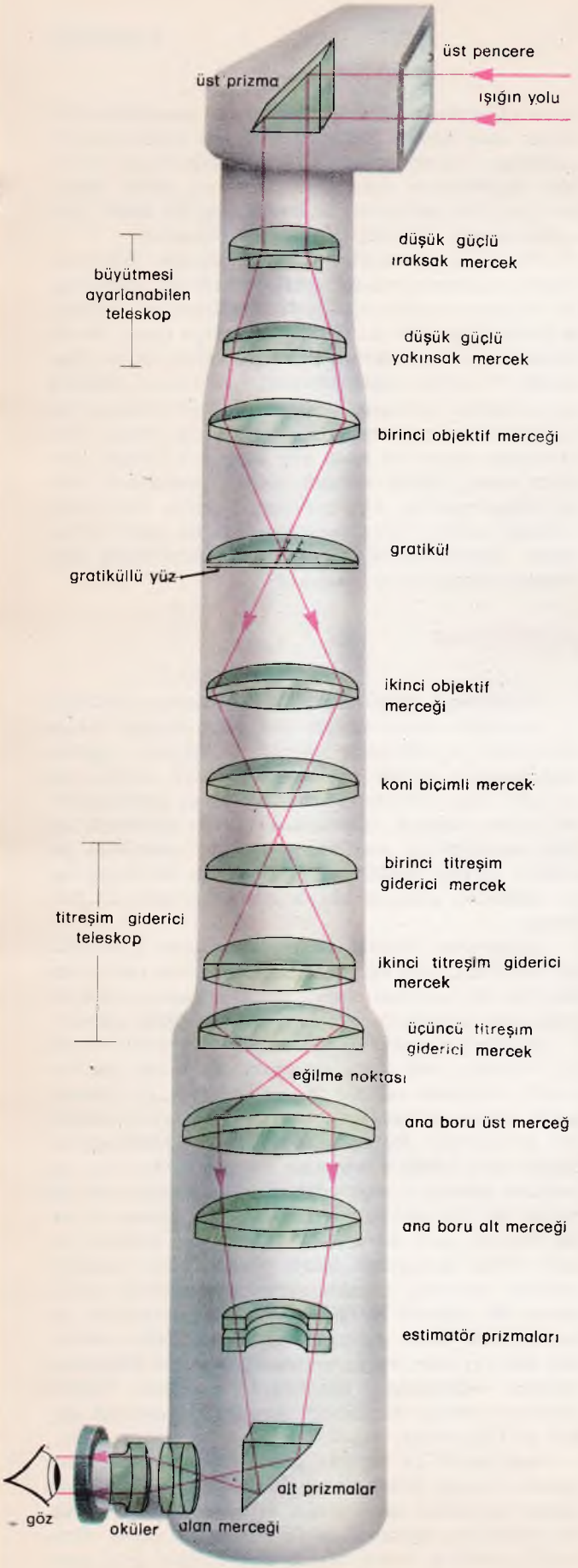
PERİSKOP

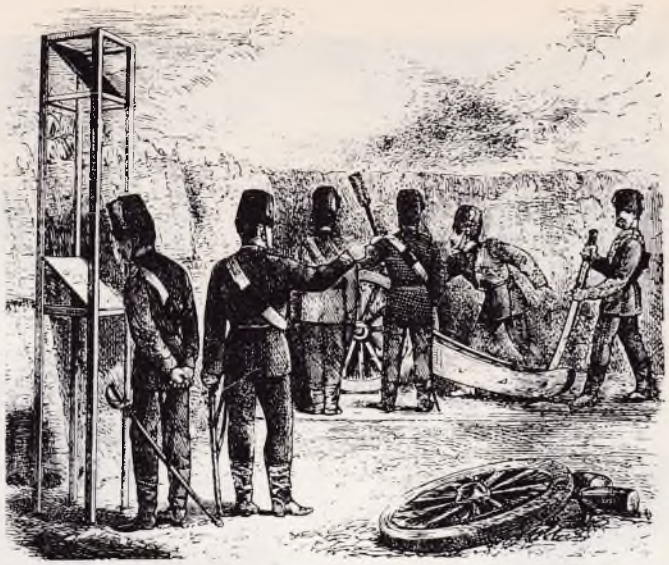
Genellikle DENİZALTI'larda bulunan periskop, bir bacadan geçen duman miktarını ölçmek, deney roketlerini ve güdümlü mermileri uzaktan izlemek, destroyerlerde köprü gözlemleri yapmak, rüzgar tünelinde uçak modellerini izlemek, atom reaktörlerinde gözlem yapmak, tanklardan dışarıyı gözlemek, orman yangınlarını inceleme amacıyla ağaçların üstünden çevreyi denetlemek, çapı küçük boruların içini incelemek gibi çok sayıda değişik amaçla da kullanılır.

Periskopun Birinci Dünya savaşında kullanılan en yalın tipi, hem alt, hem de üst ucunda birer ayna bulunan bir borudan oluşur. Görüş alanının geniş olması için, aynaların birbirine yakın olması gerekir.

Denizaltı periskopları: Denizaltı periskoplarında üst pencere, bazen göz deliğinin 15 metre üstünde yeralır; borunun çapıysa 25 cm kadardır. Bu yüzden, görüş açısını genişletmek için, araya mercek sistemleri yerleştirilir. Denizaltılarda iki tür periskop bulunur: Boru bölümü ince olan tek göz delikli tür; ışık toplama amacıyla boru bölümü kalın yapılan iki göz delikli tür. İki göz delikli tür, iyice ayarlanmış iki optik sistemi, aynı boru içine yerleştirme yoluyla yapılır. Optik yanılgıdan ötürü, boru içinden gözlenen cisimler, gerçekte olduklarından daha küçük görülürler. Bu yüzden, periskop sistemine büyütücü bir öğe yerleştirilmesi gerekir. Normal MERCEK sistemi altı kez büyütür; araya yerleştirilen 4 kat küçültücü teleskop, büyütmenin değerini 1,5'a indirir. Böylece gözlemci, cismin büyüklüğü konusunda gerçeğe uygun bir fikir edinir.

Işık periskopa üstteki pencereden girer. Işınları borudan aşağı yönelten bir PRİZMA'da yansıdıktan sonra, küçültücü teleskoptan ve *objektif*ten geçerek, bir *gratikül*ün yeraldığı odak noktasına ulaşır. Gratikül, genellikle işaret olarak kullanılmak için mer-

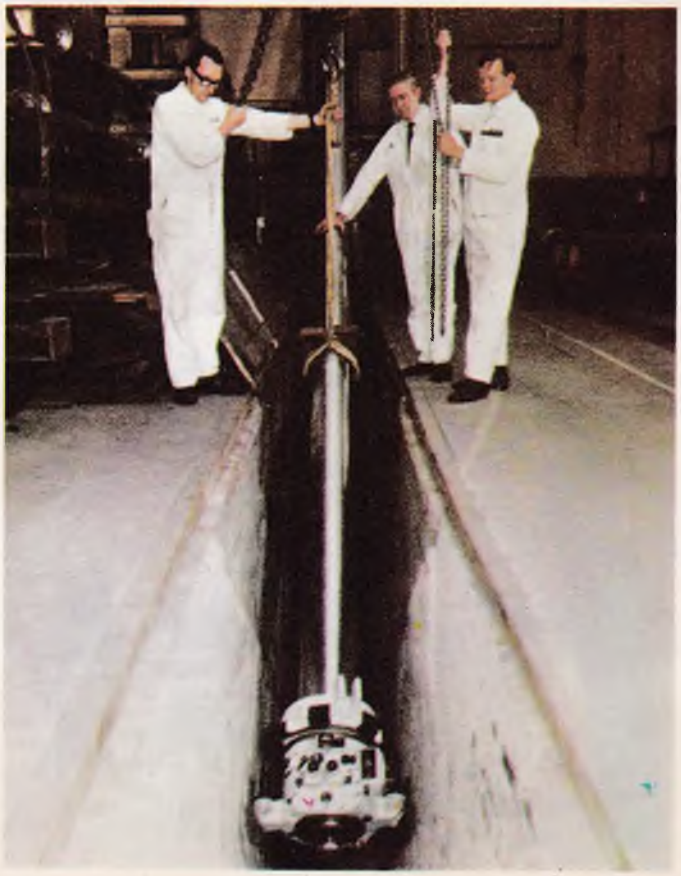




1876'da yapılan bu resimde (üstte), top ateşi için nişan alma amacıyla kullanılan bir periskop görülmektedir. İki ayna birbirinden uzaklaştıkça görüş açısı daraldığından, bu sistemler pek yaygın olarak kullanılmamış, ama siperlerde yararlı olmuştur.

Bir denizaltı periskopu çizimi. (solda) Yer kazanmak için, iki ana mercek arasında kalan bütün boru çizilmemiştir. Titreşimi önleyen periskoplarda, denizaltı yol alırken görüntünün sarsılmaması sağlanır.

Yerine takılmadan önce son kez gözden geçirilen bir periskop. (altta)



ceğe kazınmış bir haç biçimidir. Işık sonradan, bir başka objektiften daha geçer. Denizaltı hareket ederken görüntünün sarsılmasını önlemek için, bir başka teleskop sistemiyle görüntü, sarsıntının en az olduğu noktaya iletilir. Ardından, paralel durumdaki ışınlar iki ana mercekten geçerler. Alttaki ana mercek, ışınları, gene bir prizma üstüne odaklar. Prizmadan çıkan ışınlar, yatay olarak *alan merceğ*inden geçerler ve göze göre ayarlanabilen bir *okülerl*e incelenirler. Çift okülerli periskoplarda, göz deliğinin içinde yeralan ikinci bir prizma çifti, oküler arasındaki uzaklığın ayarlanmasını sağlar. Fotoğraf makinası takılacaksa, aygıta bir prizma daha eklenebilir.

Tepedeki prizmanın, periskopun alt ucunda bulunan *sol hareket kolu*na bağlı tel ve makaralar yardımıyla düşey olarak hareket ettirilmesiyle, ufkun taranması sağlanır. Küçültmesi ya da büyütmesi değiştirilen periskop da, mercek sistemine aynı biçimde yerleştirilip çıkarılır. Yalnız, buna kumanda eden *sağdaki hareket kolu*dur.

Alttaki prizmanın üstüne, bir kol ile dişli yardımıyla hareket ettirilen ve karşıt yönde dönen iki prizmadan oluşan, «*estimatör*» adlı bir sistem yerleştirilir. Bu prizmalar, döndükleri zaman bir zahiri görüntü oluştururlar. Zahiri görüntünün tabanı, gerçek görüntünün tam üstüne gelecek biçimde ayarlanırsa, bu işlem için gereken açı, aygıt üstündeki ölçekten okunur. Hedefin yüksekliği biliniyorsa, uzaklığı hesaplanabilir. Periskoplarda, bu amaçla kullanılması için, küçük hesap makinaları da bulundurulur.

Bazı periskoplara SEKSTANT takılır. Sekstanta ışık, üst pencerenin hemen altındaki bir başka pencereden gelir. Gerçekte, sekstantla ölçüm yapmak için ufkun görünmesi gerekir; ama bazen, yapay ufuk oluşturma yoluyla da ölçüm yapılabilir. Yapay ufuk, periskop içine yerleştirilen mercekler, hesap makinaları ve cayroskoptan oluşan karmaşık bir sistemle sağlanır.

Periskop, iki hidrolik pistona bağlanan ve sistemi rulman ile kapaklar yardımıyla denizaltının gövdesinden dışarı çıkaran «*krozet*» adlı bir dirseğe bağlıdır. Krozette bulunan sistemler, periskopla gözlenen hedeflerin yerini, denizaltı içindeki çeşitli bilgisayarlara gönderir. Modern periskop, yalnızca bir gözleme aracı değil, denizaltı silahlarının ve navigasyon sisteminin önemli bir parçasıdır.

Denizaltıda kullanılan bir periskop. (altta) Denizaltılardaki modern periskoplar, uzaklıkölçer ve sekstant gibi çeşitli ek aygıtlar içerirler.

PERSPEKS ÜRETİMİ Bk. PLASTİKLER

PERVANE (gemi)

Gemi pervanesi *(uskur)*, 1850 yıllarından bu yana gemileri hareket ettirmede kullanılan yararlı bir aygıttır. Çeşitli biçimler verilen pervaneler, gemi makinalarının ürettiği gücü, gemiyi suyun içinde hareket ettirmek için itici güce dönüştürürler.

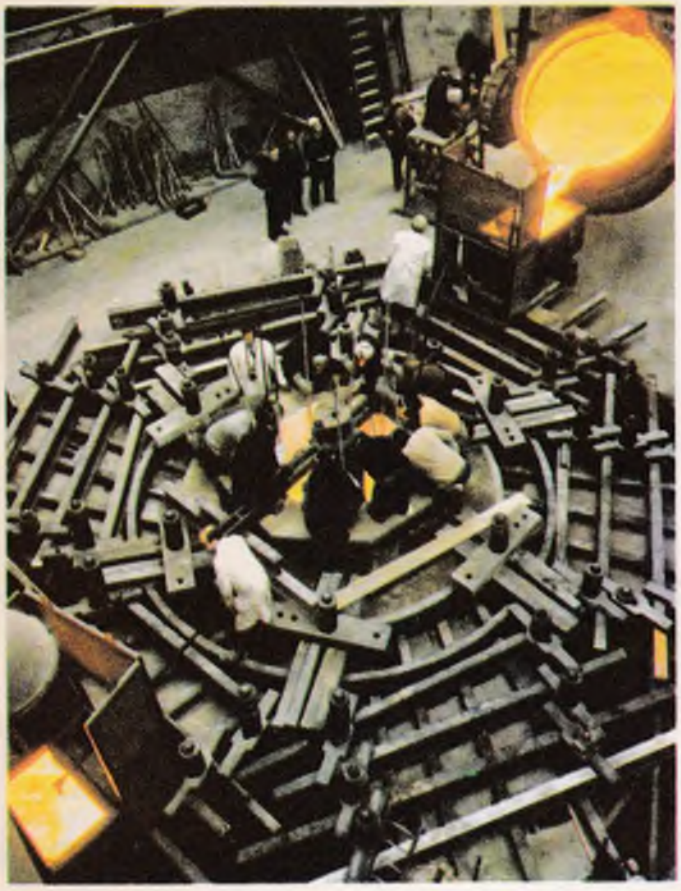
Pervane, içinden geçen suyu hızlandırır ve bu hızlanmış akışın yarattığı hareket miktarı artışından doğan tepki, tekneyi ileri iter. Hareket miktarı artışı, ya büyük su kütlesinde az bir hız artışıyla (büyük, yavaş çalışan pervaneler) ya da küçük su kütlesinde büyük bir hız artışıyla (küçük, yüksek devirli pervaneler) sağlanır. Birinci sistemin verimi daha yüksektir. Jet tepkimesi diye de açıklanabilecek ikinci yöntemse, aynı ölçüde verimli değildir.

Gemi gövdesinin biçimi, pervaneye yönelen su akışını önemli ölçüde etkiler. Gemi ilerlerken su kütlesinin bir bölümünü de birlikte sürüklediğinden, pervanenin su içindeki bağıl ilerleme hızı, geminin gerçek hızından daha düşüktür.

Suyun eksensel hızı da, pervanenin değişik bölgelerinde farklıdır. Bu yüzden, dönen her pervane kanadı, hızı yüksek ve alçak olan su bölgelerinden geçer. Genel olarak, kanat en yüksek durumdayken (dikey durumda) bağıl su hızı en düşük, kanat en alt durumdayken de su hızı en yüksek değerine ulaşır. Bunun sonucunda, kanatların uyguladığı kuvvet, belirli bir değer çevresinde durmadan değişir ve titreşim, dayanıklılık, *kavitasyon* sorunları doğar.

Kavitasyon: AEROFOİL biçimli pervane kanatları, uçak kanadı gibi görev yaparlar. Kanadın çevresinden geçen su, ön yanda alçak basınç oluştururken, arkada basıncı artırır. Pervanenin etkisinin büyük bölümü, düşük basınçlı bölgede oluşur. Basınç herhangi bir noktada suyun buharlaşma basıncının altına düşerse, suyun içinde kabarcıklar oluşur. «*Kavitasyon*» adı verilen bu olay, pervanenin etkili çalışmasını engelleyebilir. Ayrıca, kabarcıkların dağılması, gürültüye, kanat yüzeyinin aşınmasına ve aşırı sarsıntıya yolaçar.

Kavitasyon nedeniyle denizde kullanılan perva-



Altı kanatlı, değişmez hatveli pervane dökümü. (üstte) Değişmez hatveli pervaneler, yüksek çekme gerilimine dayanabilen demirsiz alaşımlardan yapılır ve kum ile çimentodan hazırlanmış kalıplara dökülür.

Ağırlığı 72 ton, çapı da 9,4 metre olan, dünyanın en büyük pervanesi. (sağda) Bu pervane, 386 000 ton ağırlığındaki «İoannis Coloctronis» tankerine takılmıştır.

---

neler, havada kullanılanlardan çok daha geniş kanatlı yapılır. Geniş kanat, basınç düşmesini sınırladığından, kavitasyon azalır, ama pervaneden geçen suyun hızının değişmesi, kavitasyonun bütünüyle giderilmesini engeller.

Biçim: Pervane yapımında amaç, geminin gücünü, en yüksek verimle itme gücüne dönüştüren bir pervane geliştirmektir. Pervane kanatları, karşılaştıkları kuvvetler karşısında kırılmamalı ve kavitasyonu önleyecek biçimde yapılmalıdır. Bu yüzden her pervane, takılacağı gemiye göre, kuramsal hesaplardan, modeller üstündeki deneylerden ve başka bilgilerden yararlanılarak özel olarak yapılır.

Pervane yapımının önemli sorunlarından biri de, gemi gücünün, itme gücüne, önceden belirlenmiş devir sayısında dönüşmesidir. Bu da, büyük ölçüde, pervanenin *hatve*sine bağlıdır. «Hatve», pervanenin, içinde bulunduğu ortamda bir tam tur boyunca alacağı yola verilen addır. Ama su, bir akışkan olduğundan, pervane, gerçek hatvesinden daha az yol aşar.

Hatvenin, kanatların akış doğrultusuyla yaptığı açıya bağlı olması ve oluşan itme gücü ile basıncın, pervanenin hareketi sonunda ortaya çıkması, hatveyi kavitasyon açısından da önemli kılar. Bu yüzden, hatve, yarıçapın her değeri için bütün kanat yüzeyinde değişecek biçimde ayarlanarak, oluşacak kavitasyon oranı azaltılır.

Pervane tipleri: Pervanelerin birçok tipi vardır. Ama bunların tümü aynı ilkeye göre, yani geminin arkasındaki suyu hızlandırma yoluyla çalışır.

Geleneksel pervaneler, iki ya da daha çok kanatlıdırlar (genellikle dört ya da altı kanat kullanılır). Geminin normal çalışma koşullarında en verimli düzeyde çalışacak biçimde hazırlanırlar. Genellikle demir içermeyen dökme parçaların, özenle yapılıp ayarlanması gerekir.

*Ayarlı hatveli pervaneler*de kanatlar, şafta ayrı ayrı takılır ve gerektiği zaman, geminin içinden kumanda edilen hidrolik bir sistem aracılığıyla, açıları değiştirilebilir. Kanatların açısı ayarlanabildiğinden, bu tür pervaneler, duruma göre (sözgelimi, geminin manevra yapması ya da başka bir aracı çekmesi gibi durumlarda) değişik itme gücü sağlarlar. Böylece,

makinanın dönme yönü değiştirilmeden, gemiye köprüden kumanda edilebilir.

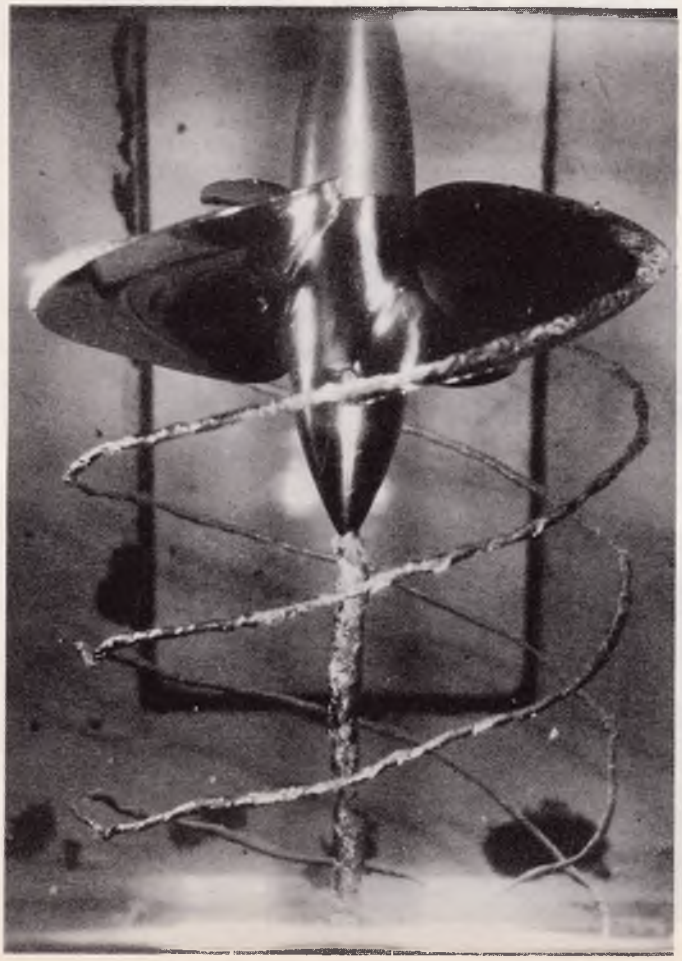
Kanallı pervaneler, gerçekte bir «kanal» içine yerleştirilmiş geleneksel ya da ayarlı hatveli pervanelerdir. Aerofoil biçimiyle suyu pervaneye doğru hızlandıran kanal, bir yandan da itme gücüne katkıda bulunur. Römorkör ve tarama gemileri gibi özel uygulamalarda çok verimli olan bu pervane türü, günümüzde büyük şileplerde de kullanılmaktadır.

Bir başka tip de, *ters dönüşlü* pervane sistemidir. Bu sistemde, iki pervaneden biri, ötekinin önüne yerleştirilir ve karşıt yönde döner. Amaç, pervane başına düşen yükü azaltmaktır. İkinci pervane, birinci pervanenin yarattığı dönme yitimlerinin bir bölümünü de karşılar.

Yapım: Pervanelerde çeşitli malzemeler kullanılabilir. Ama en çok kullanılan metaller, nikel-alüminyum alaşımı ya da manganez bronzlarıdır. Pervane dökümü için, kumlu çimentoyla bir kalıp hazırlanır. Bunun içine metal dökülür ve denetim altında soğutulur.

Bugüne kadar yapılmış olan en büyük pervane, altı kanatlıdır. Çapı 9,4 metre, ağırlığı 72 ton olan bu pervanenin yapılması için, 100 ton metal eritilmiştir. Gemi boyutlarının büyümesi sürerse, ağırlığı 150 tona varan ve 80 000 beygirgücü tüketen pervanelerin ortaya çıkması beklenebilir.

Kavitasyon tünelinde denenen pervane modeli. Resimde (altta), kanatların ucunda oluşan girdaplar ile koni biçimli göbeğin arkasındaki girdap görülmektedir. Göbeğin arkasında, pervane hareketinin yarattığı düşük basınçtan ötürü, su buharı birikmektedir.



PERVANE (uçak)

Uçak pervaneleri, gemi pervanelerine benzerler; ama havada bir itiş gücü sağlamaları için (hava yoğunluğu, su yoğunluğunun yaklaşık 1/800'ü kadardır), daha büyük çaplı olmaları ve daha hızlı dönmeleri gerekir. Tipik bir pervane, her birinin boyu yaklaşık 1,2 m olan üç kanattan oluşur ve dakikada yaklaşık 1 500 devir hızla döner. Kanat uzunlukları 0,6 m - 2,4 m, dönüş hızları da 1 000 d/dak - 2 000 d/dak (HELİKOPTER rotorları dışında) arasında değişir.

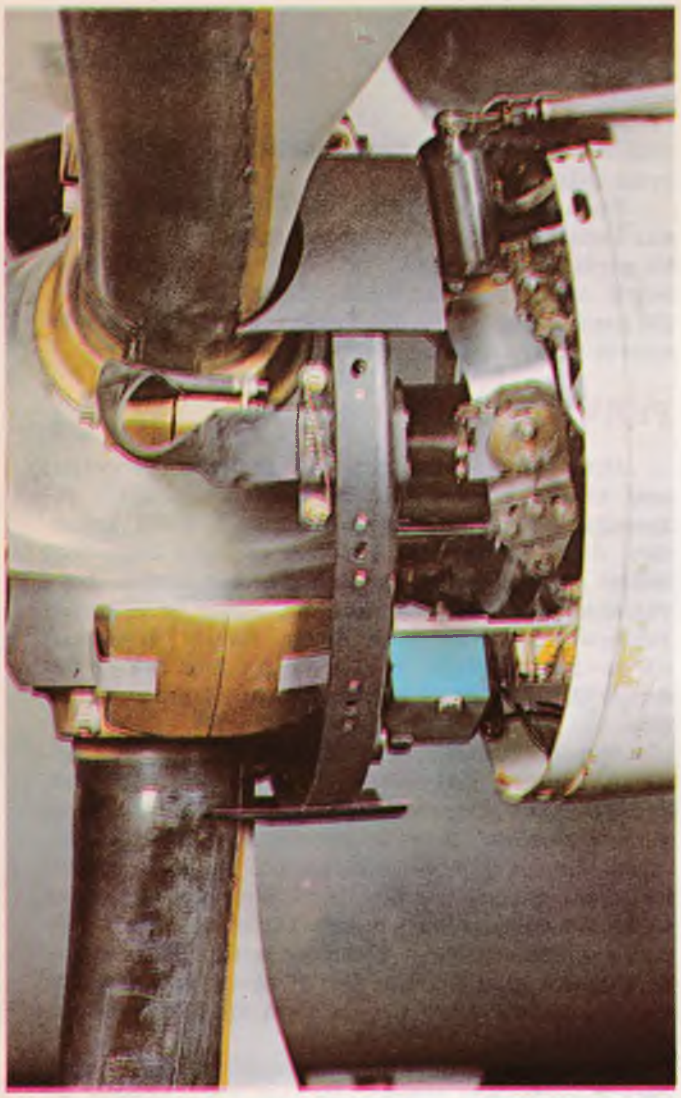
Pervane kanatlarının bir bölümü, uçak kanatlarında olduğu gibi AEROFOİL biçimlidir. İtiş gücü, kanadın hava içindeki hareketinden doğan kaldırma gücüyle sağlanır. Pervane hareketinde, kaldırma gücünün olduğu gibi, hava direncinin de etkisi vardır. Kaldırma gücünü yüksek, hava direncini de düşük tutma amacıyla, aerofoil biçimli bölüm ile *hücum açısına* çok dikkatli biçim verilmesi gerekir. Hücum açısı, kanadın hava akımını kestiği açıdır ve burada iki etki söz konusu olur: Uçağın hava içindeki hareketi; dönüş hızı.

Bir pervane kanadının yüzeyindeki her nokta, uçak kanatlarında olduğu gibi aynı hızla hareket etmez. Pervane göbeğine yakın olan kesimlerin hızı, kanat uçlarının ve uca yakın olan bölümlerin hızlarından daha düşüktür. En verimli hücum açısı, yaklaşık 4 derecedir. Kanatlar, değişik bölümlerdeki hız farklarının dengelenmesi için, bükülü ve daralan aerofoil biçimli yapılır.

Hatve denetimi: Küçük ve tek motorlu uçaklar, genellikle değişmez hatveli pervanelerle donatılır. Bunların hızları, motor hızının değiştirilmesiyle denetlenir. Oysa büyük uçaklarda, genellikle, uçak hızına, uçuş yüksekliğine ve motor hızına göre değişebilen hatveli pervaneler kullanılır. Motorlar, belirli hızlarda daha verimli olurlar. Özellikle türbo motorlarında bu etmen çok önemlidir.

Büyük uçakların pervanelerinde, *alçak hatve* ile *yüksek hatve* arasında yaklaşık 100 derecelik bir hatve denetimi sağlanır. Sözgelimi, motor durduğunda, pervane kanatlarının hava direncini en düşük düzeye getirmek için, kanat açısı en küçüğe getirilir. Kalkışta *ince hatve*, inişten sonraysa fren etkisi yapan *ters hatve* kullanılır. Hatve denetimi mekanik (kam ve kollarla), elektromekanik ya da elektro-hidrolik olabilir ve genellikle, istenen koşulların otomatik olarak sağlanabilmesi için, motor denetimine bağlanır.

İtiş gücü: Kanatların fiziksel ve aerodinamik özellikleri, birbirleriyle yakından ilgilidir. Sözgelimi,



pervanenin çapı artırılırsa, kanat uçlarının sesötesi hızlara erişip, istenmeyen etkiler oluşturmasını engellemek için, dönüş hızı düşürülür. Bazı uçaklarda, sesötesi pervaneler kullanılmaktadır; ama bunların etkileri genellikle zayıftır ve özellikle hafif uçakların kalkışları sırasında, iniltiye benzer bir ses çıkarırlar.

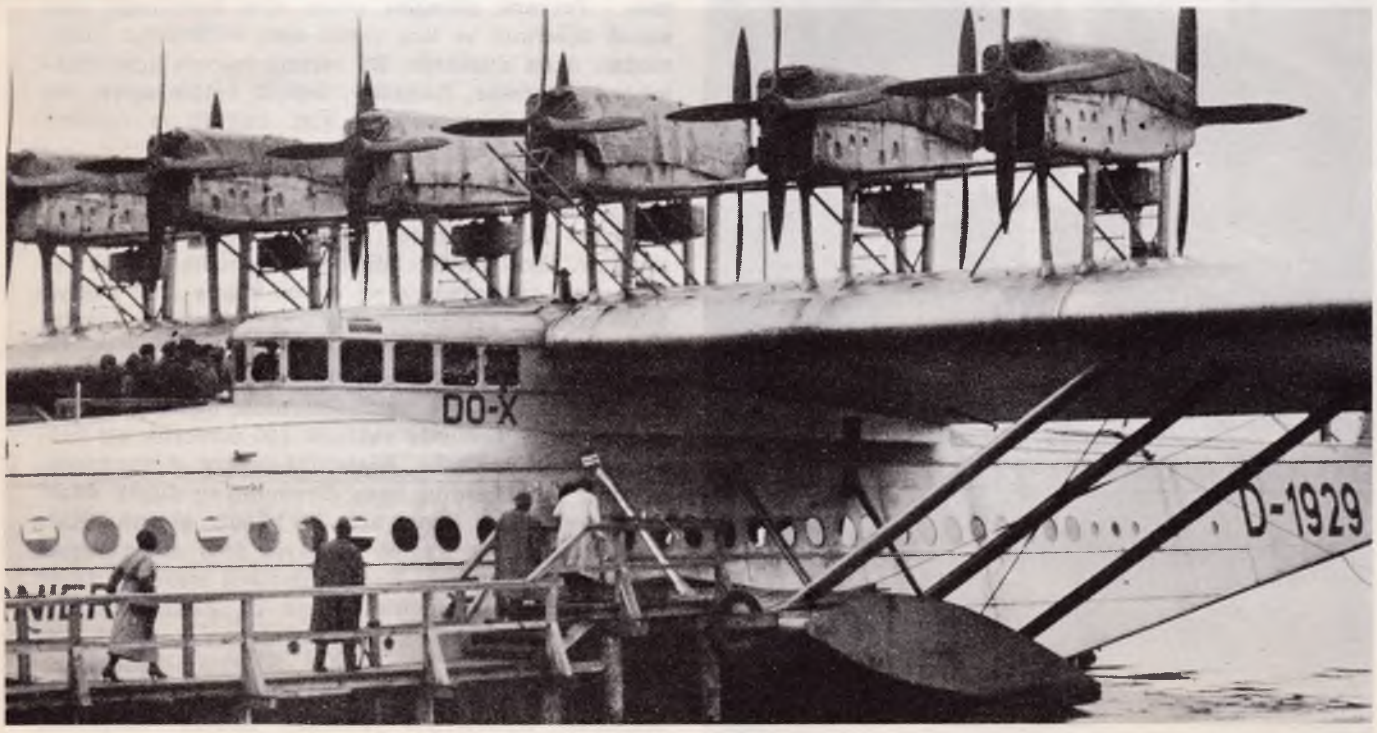
Motorun gücü arttıkça, kanatların sayısı da beşe kadar çıkarılarak (genellikle üç kullanılır), daha yüksek çekiş güçleri sağlanabilir. Ayrıca, kanat genişliği de artırılabilir. Ama uygulamada kanat sayısının ya da büyüklüğünün artırılması, ağırlığın artmasına ve hızın düşmesine neden olarak, ters etkiler yapabilir. Ayrıca pervaneli uçaklar, genellikle 650 km/saatlik hızların altında uçarlar.

Ters dönüşlü pervaneler: Bu tür pervaneler, bir tek pervane biriminden alınan çekiş gücünün artırılması amacıyla geliştirilmiştir. Sistem, ters yönlere dönen ortak eksenli şaftlara takılmış iki pervaneden oluşur. Böylece kanat sayısı iki katına çıkar. Bu tür pervanelerin bir başka üstünlüğü de, oluşan hava

---

Scottish Aviation Jetstream uçağındaki Turbomeca Astazou XIV-C türboprop motoruna takılmış pervane göbeği. (solda) Resimde hatve değişim bağlantısı, bronz kanat denge ağırlığı ve hücum kenarındaki elektrikle çalışan kauçuk buz çözme donanımı görülmektedir. Motor, 43 000 d/dak'da çalışarak, 720 şaft beygirgücü vermekte, uçağın hızıysa, dönüş hızları 1 783 d/dak'ya düşürülen pervanelerin hatve değişimleriyle denetlenmektedir.

Savaştan önce kullanılan bir Dornier DO-X deniz uçağındaki, değişmez hatveli pervaneler. (altta)



akımının daha düşük türbülanslı, yani daha düzgün olmasıdır. Bu özellik, uçağın dengesini artırır. Ne var ki, ters dönüşlü pervaneler, hem mekanik açıdan karmaşık ve ağır olmaları, hem de titreşim sorunları nedeniyle pek başarılı olmamıştır.

Denge: Pervane kanatları üstünde oluşan mekanik yükler, doğrudan merkezkaç kuvvete ve merkezkaç burulma momentine bağlıdır. Ayrıca, itme kuvveti ve *aerodinamik burulma momenti* nedeniyle, aerodinamik yükler de bulunur. Bu yüzden, pervanenin hem dinamik, hem de aerodinamik olarak dengelenmesi gerekir.

Denge sağlamak için, pervane göbeğine ağırlık yerleştirilir. Ayrıca, yapım toleranslarının dengelenmesi için, her kanadın aerodinamik açısı, birkaç yay saniyelik bir ayarlamadan geçirilir.

Malzeme: İlk pervaneler, tek parça ağaçtan yapılırdı. Günümüzdeyse pervaneler, kontrplaktan ya da metal alaşımlardan yapılmaktadır. Modern pervaneler, genellikle dökme ya da dövme alaşımlardan üretilir. Bununla birlikte, günümüzde pervane yapımında, iç yapısı arı peteği biçiminde olan çelik tabakalar ve bazı plastik maddeler de kullanılmaktadır.

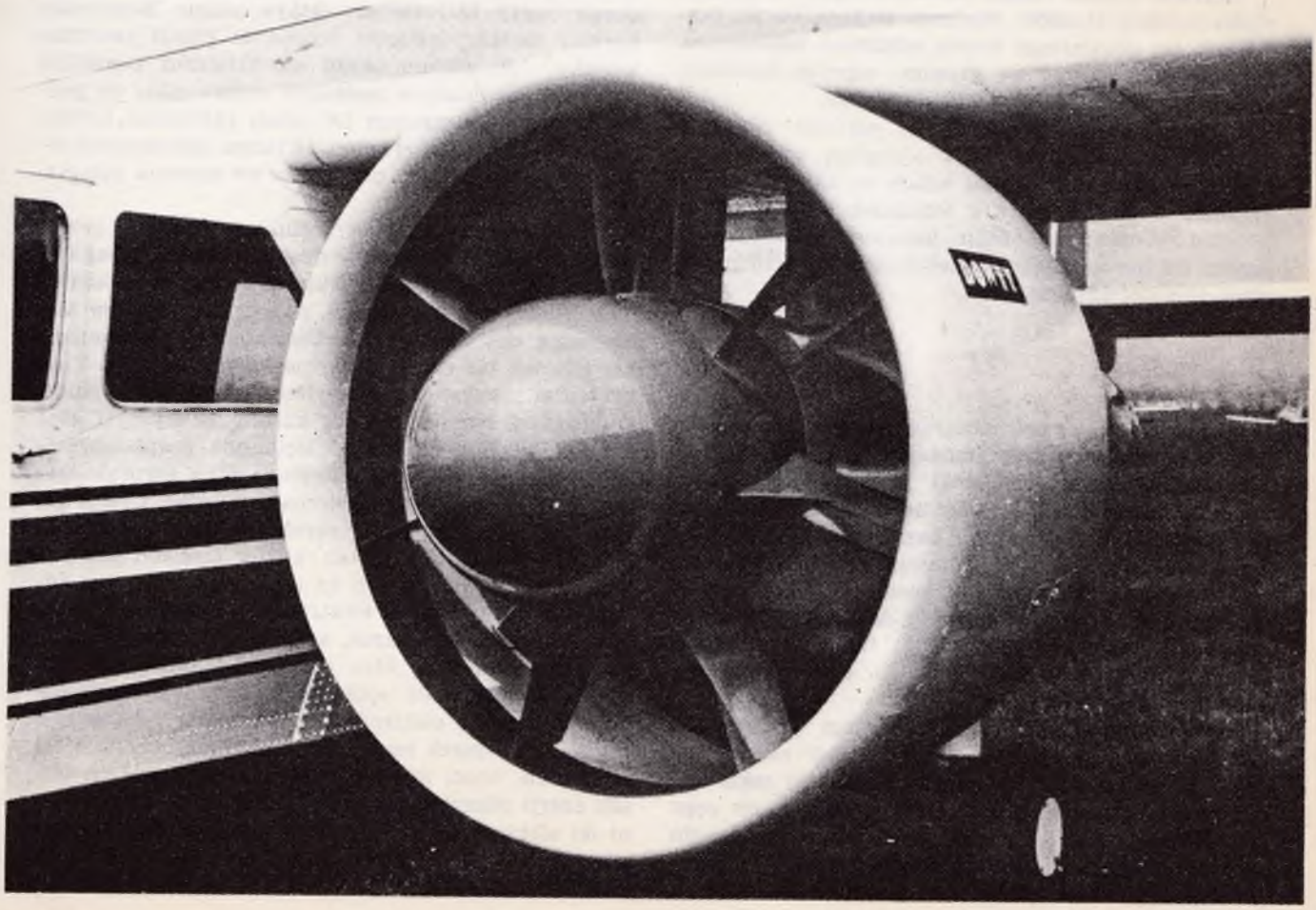
Kanatların özellikle hücum kenarlarına (ağızlarına) koruyucu kaplamalar yapılmakta ve hava direncinin ısı oluşturmasına karşın, kanatların gene hücum kenarlarına elektrikle çalışan BUZ ERİTME SİSTEMLERİ takılmaktadır.

Pervane yapımında gelişmeler: İkinci Dünya savaşından sonra jet uçaklarının ortaya çıkmasıyla, pervane yapımında yeni gelişmeler olmayacağı sanılmaktaydı. Ama beklenenin tersine, pervaneli uçaklar bütünüyle ortadan kalkmadı. Havadan ilaçlamada, kısa mesafelerde az sayıda yolcu taşımada ve bazı askeri işlerde, pervaneli uçakların hâlâ yararlı olduğu görüldü.

Pervaneli yolcu uçaklarının en büyük sakıncası, jetlerden yavaş olmalarıdır. Günümüzde hava trafiğinin büyük bölümü jet uçaklarından oluşur. Bu trafik içinde, pervaneli uçaklar, denetim güçlükleri çıkarır. Ayrıca, kısa mesafe yolculukları dışında, yolcular gidecekleri yerlere en kısa zamanda varmak isterler.

Buna karşılık, havayolu işletmeleri, jet yakıtı fi-

Lycoming 300 BG motorlu, Britten-Norman İslander uçağına takılmış kanallı iticiler. (altta) Küçük uçaklara takılan geniş iticiler, yan görüşü engellemektedir. Bu sorun, motorların gövde gerisine monte edilmesiyle çözülebilir.



yatlarının her geçen gün artması karşısında, daha ucuz ve etkili bir yakıt türü aramaktadırlar. Pervanelerin daha ucuz çekiş gücü sağlamaları, bu alandaki çalışmaların yeniden başlamasına neden olmuş ve bir süre önce A.B.D'nde Lockheed uçak firması, sekiz kanatlı bir pervane yapmıştır. Fabrika yetkilileri, bu pervanenin, ticari uçuşlarda kullanılabileceğini ve jet uçaklarına yakın hızlar sağlamanın yanı sıra, yakıt harcamalarını yüzde sekiz kadar düşüreceğini belirtmişlerdir.

İticiler: Uçak parçaları yapan bir İngiliz firması olan Dowty Group, yeni bir pervane türü olan kanallı *iticiler* geliştirmiştir.

Yapımcı firma bu pervane türünün, hem gürültüyü azaltacağını, hem de motor verimini artıracağını öne sürmektedir. Pervane gürültüsünü azaltmak için en uygun yol, kanatların geniş yapılması ve dönüş hızının düşürülmesidir; çünkü pervane gürültüsü kanat uçlarının hızına bağlıdır. Ancak, bu tür pervaneler çok büyük olmakta (De Havilland Dash 7 pervane çapı 3,4 m) ve kanat uçlarının yere yakınlığı sorun yaratmaktadır.

Kanallı iticilerde, pervane çevresine takılmış silindir biçimli koruyucu, havayı pervane kanatlarına düzgün olarak verir. Böylece havadan daha iyi yararlanılmış olunur.

Kanallı iticinin başka bir üstünlüğü de, geliştirilmiş pervane etkisidir. Bununla birlikte, bu tür pervaneyle jet uçaklarının hızına erişilmesi beklenemez. Pervane kanatlarının ve kanalın ağırlığı artırması, uçağın istenen hıza ulaşmasını engeller.

Normal pervaneli uçaklarda, pervane kanatları yalnızca karşılarındaki hava akımının etkisindedir. Oysa, kanallı iticide, kanat uçları ile kanalın kenarı arasında 3 mm'lik bir ara olduğundan, kanal, hava akımını yönlendirip bütün havanın kullanılmasını sağlar. Bu durum uçağın yönetimini kolaylaştırıp, gürültü düzeyini düşürür.

PERYODİK ÇİZELGE

ELEMENT'in yaratılamayan ve yok edilemeyen madde olduğunu belirten modern tanım, ilk kez Robert BOYLE tarafından, 1661 yılında ortaya atıldı. Bununla birlikte, elementler ile atomlar arasındaki doğrudan ilişki, XIX. yüzyıl başlarında, DALTON'un, kendi adıyla anılan atom kuramını ortaya koymasına kadar anlaşılmadı. Dalton, bir elementin bütün atomlarının, her bakımdan, özellikle de ağırlık bakımından özdeş olduğunu ileri sürdü. Bunu, farklı atom türlerinin bağıl kütlelerinin ya da *atom ağırlıkları*nın belirlenmesi izledi.

1863 yılında Newlands, artan atom ağırlıklarına göre sıralanan element dizisindeki bir elementten sonra gelen sekizinci elementin, müzikteki sekiz notalı oktava benzer biçimde, o ilk elementin bir çeşit yinelenmesi olduğunu gördü. Newlands, elementlerin *peryodik yasası*nın özünü bulmuştu. Ne var ki, Londra Kimya Derneği, çalışmasını yayınlamadı. Altı yıl sonra MENDELEYEV, kendi geliştirdiği peryodik yasayı ileri sürerek, bir elementin özellikleri ile atom ağırlığı arasında peryodik bir ilişkinin varolduğunu gösterdi. Bununla birlikte, bu ilişkiyi gösterecek bir çizelgenin düzenlenmesinde, peryodikliğin tam olarak korunması için, boşluklar bırakmak gerekiyordu. Mendeleyev, bu boş yerlerin, henüz bulunmamış elementlere ait olduğunu belirtti ve bunların özelliklerine ilişkin bazı tahminler yaptı. Sözgelimi, peryodik çizelgede dördüncü sırada galyum ile arseniğin arasında ve tam silisyumun altında bir boş yer vardı. 15 yıl sonra bulunan ve germanyum adı verilen bu elementin birçok özelliğini, Mendeleyev önceden ortaya koydu.

Atom özelliklerinin peryodik yapısı: Atom kütlesinin çok büyük bir bölümünü, ÇEKİRDEK'teki PROTON ve NÖTRON'lar oluşturur. Peryodik çizelgede, bir öncekinden daha ağır olan her atom çekirdeğinde, öncekinden bir fazla artı yüklü proton ile onun çevresinde yeralan, fazladan eksi yüklü bir elektron bulunur. Nötronların sayısı da artar ve çekirdeklerdeki nötron sayısı, genellikle protonlardan biraz fazladır. Belirli bir elementin her atomunun çekirdeğinde, aynı sayıda proton bulunur. Bu sayı «*atom numarası*» diye adlandırılır. Çekirdekteki nötronların sayısı değişebilir. Bu durum, fiziksel ve kimyasal özellikleri aynı olan ve peryodik çizelgede aynı yeri dolduran çeşitli İZOTOP'ları ortaya çıkarır. Elementler normal olarak, değişmez oranlarda çeşitli izotoplar içerirler. Bu durum, atom ağırlıklarının genellikle tam sayılar olmaması nedeniyle ortaya çıkar ve peryodik çizelgede, argonun (*A*) atom ağırlığının, hemen ardından gelen potasyumun (*K*) atom ağırlığından biraz büyük olması gibi olağandışı bir duruma yolaçar.

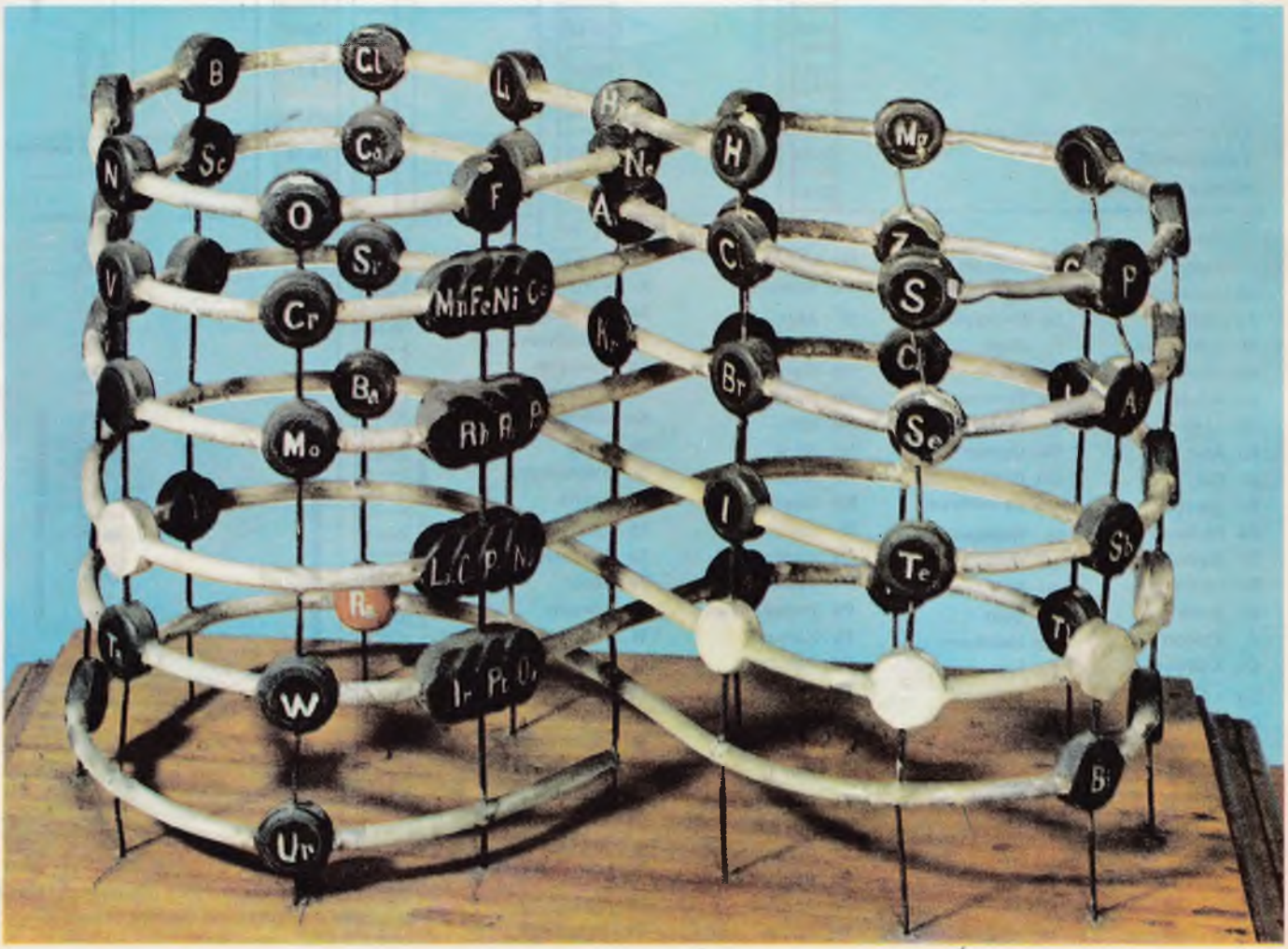
Bir atomun kimyasal özellikleri, çekirdek çevresindeki ELEKTRON'ların düzenlenmesine bağlıdır (Bk. BAĞ, KİMYASAL). Yüksüz atomdaki elektronların sayısı, proton sayısına, dolayısıyle de atom numarasına eşit olmalıdır. Serbest atomun elektronları, her biri tek bir enerji düzeyine karşılık olan, çok iyi belirlenmiş kuvantum düzeylerini doldururlar. Enerji düzeyleri, her biri bir *baş kuvantum sayısı*yla gösterilen, büyükçe bölümler biçiminde gruplandırılırlar. Bölümlerdeki enerji düzeyleri, daha ayrıntılı olarak, *s*, *p*, *d* ve *f* alt düzeylerine ayrılırlar. Çeşitli alt düzeyler, yalnızca belirli sayıda elektron alabilirler. Her düzeyin alabileceği en büyük elektron sayısı *s* için iki, *p* için altı, *d* için on ve *f* için on dörttür. Verilen bir düzey (ya da elektronların yerleşme düzeyi), önce baş kuvantum sayısı, ardından alt düzeyin harfi yazılarak, sözgelimi «*3s*» biçiminde tanımlanır. Çok sayıda kullanılabilir elektron düzeyleriyle çevrelenmiş bir atomda elektronlar, kabaca artan kuvantum sayılarını izleyerek yerleşirler. Sözgelimi, helyum (*He*) atomunun, atom numarası 2'dir. Dolayısıyle, en düşük enerji düzeyini dolduran iki elektronu vardır; yani iki elektron da *1s* düzeyinde bulunur. Öte yandan argonda (*A*), 18 elektron vardır ve *1s*, *2s*, *2p* ve *3p* düzeyleri dolmuştur.

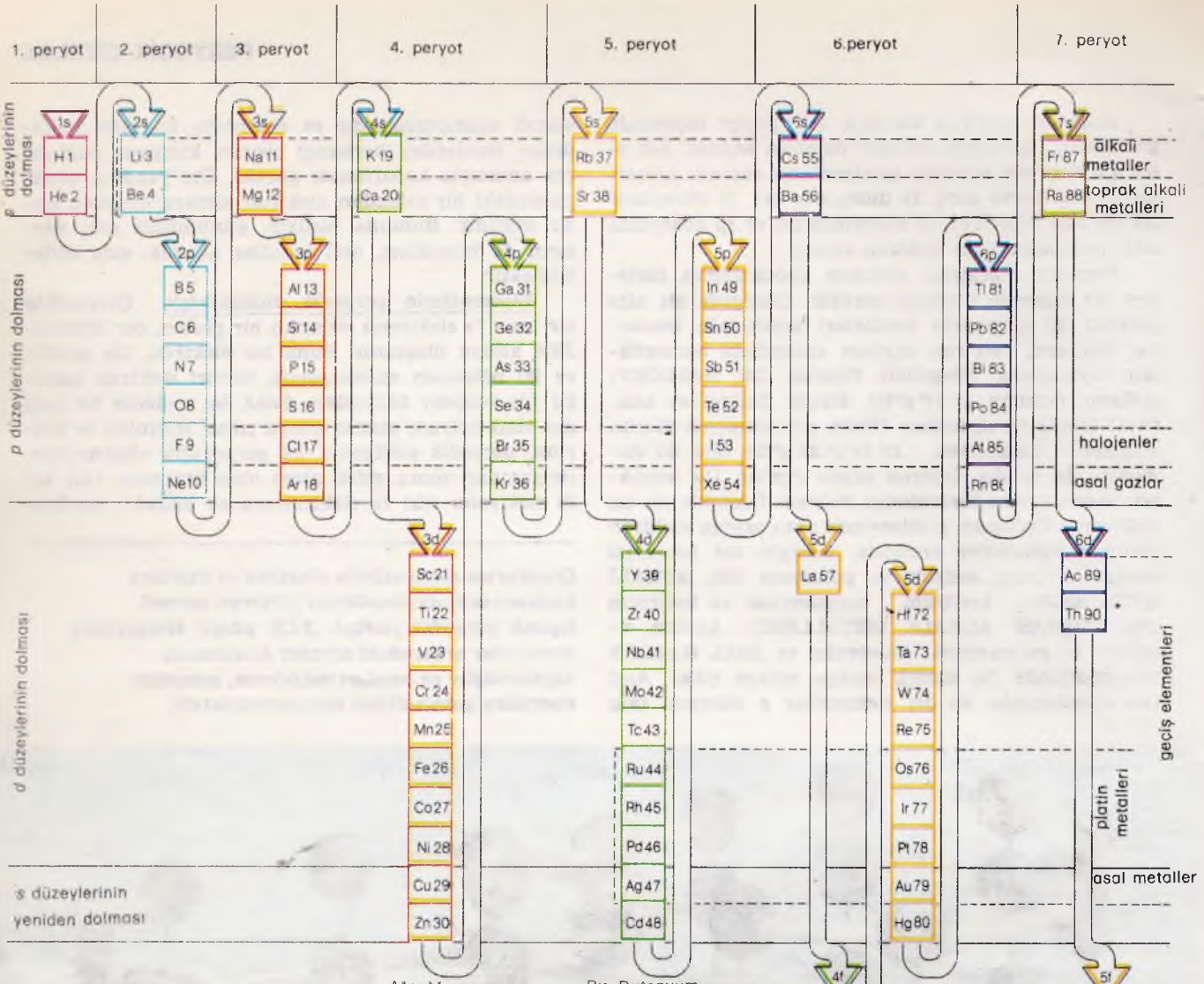
Argonun elektron durumu, $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6$ biçiminde yazılabilir (harflerin üstünde bulunan sayılar, her enerji düzeyinde bulunan elektronların sayısını göstermektedir). Buna göre, *1s* düzeyinde iki, *2s* düzeyinde iki, *2p* düzeyinde altı, *3s* düzeyinde iki ve *3p* düzeyinde altı (yani toplam 18) elektron vardır.

Peryodik çizelgede, elektron kabuklarının ilerleyen bir düzende dolduğu görülür. Çizelgede alt alta yeralan iki elementin özellikleri arasındaki benzerlik, bunların elektron sayıları arasındaki benzerlikten kaynaklanır. Sözgelimi, flüorun (Bk. HALOJEN) elektron durumu $1s^2 2s^2 p^5$'tir. Birçok fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından flüora çok benzeyen klorun elektron durumuysa, $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^5$'tir. Her iki elementte de en dış elektron yapısı $s^2 p^5$'tir. Dış kabuklar, elementlerin özelliklerini belirler. Özellikle en dış elektron bölgesinde, *p* düzeyinde aynı sayıda elektron bulunan elementler arasında, belirgin bir benzerlik vardır. Lityum, sodyum ve potasyum (Bk. ALKALİ METALLER); berilyum, magnezyum ve kalsiyum (Bk. TOPRAK ALKALİ METALLERİ); karbon, silisyum ve germanyum; halojenler ve ASAL GAZLAR incelendiğinde bu özellik açıkça ortaya çıkar. Asal gaz atomlarında, en dış elektronlar *p* düzeyini tam olarak doldurmuşlardır ve çekirdeğe kuvvetle bağlıdırlar. Bunlardan herhangi birinin, kimyasal bağlanma amacıyla koparılması güçtür. Öte yandan, atom, yanındaki bir atomdan elektron almaya önceden hazır değildir. Bununla birlikte, günümüzde asal gazların da bileşikleri, özel koşullar altında, elde edilebilmektir.

Elementlerin peryodik düzenlenişi: Çevresinde bir tane *1s* elektronu bulunan bir proton, bir HİDROJEN atomu oluşturur. Buna bir elektron, bir proton ve iki nötronun eklenmesiyle, birinci elektron kabuğu (*1s* bölgesi) bütünüyle dolar, bu nedenle bir asal gaz olan helyum atomu ortaya çıkar. Hidrojen ve helyum, peryodik çizelgenin ilk *peryot*unu oluştururlar. Helyumdan sonra gelen atom olan lityumun (*Li*) bir *2s* elektronu (iki *1s* elektronuna ek olarak), berilyu-

Crookes'un elementlerin oluşumu ve ilişkileri konusundaki düşüncelerini gösteren sarmal biçimli peryodik çizelge. XIX. yüzyıl kimyacıları, elementler arasındaki ilişkiler konusunda düşünmüşler ve bazıları maddenin, uzaydaki enerjiden yaratıldığını ileri sürmüşlerdir.





A Argon
Ac Aktinyum
Ag Gümüş
Al Alüminyum
Am Amerikyum
As Arsenik
At Astat
Au Altın
B Bor
Ba Baryum
Be Berilyum
Bi Bizmut
Bk Berkelyum
Br Brom
C Karbon
Ca Kalsiyum
Cd Kadmiyum
Ce Seryum
Cf Kaliforniyum
Cl Klor
Cm Küriyum
Co Kobalt
Cr Krom
Cs Sezyum
Cu Bakır
Dy Disprosyum
Er Erbiyum
Es Aynştaynyum
Eu Evropiyum
F Flüor
Fe Demir
Fm Fermiyum
Fr Fransiyum
Ga Galyum
Gd Gadolinyum
Ge Germanyum
H Hidrojen
He Helyum
Hf Hafniyum
Hg Civa
Ho Holmiyum
İ İyot
İn İndiyum
İr İridyum
K Potasyum
Kr Kripton
La Lantan
Li Lityum
Lu Lutesyum
Lr Lavrensiyum
Md Mendelevyum
Mg Magnezyum
Mn Manganez
Mo Molibden
N Azot
Na Sodyum
Nb Niyobyum
Nd Neodim
Ne Neon
Ni Nikel
No Nobelyum
Np Neptünyum
O Oksijen
Os Osmiyum
P Fosfor
Pa Protaktinyum
Pb Kurşun
Pd Paladyum
Pm Prometyum
Po Polonyum
Pr Praseodim
Pt Platin
Pu Plütonyum
Ra Radyum
Rb Rubidyum
Re Renyum
Rh Rodyum
Rn Radon
Ru Rutenyum
S Kükürt
Sb Antimon
Sc Skandiyum
Se Selenyum
Si Silisyum
Sm Samaryum
Sn Kalay
Sr Stronsiyum
Ta Tantal
Tb Terbiyum
Tc Teknetyum
Te Tellür
Th Toryum
Ti Titanyum
Tl Talyum
Tm Tuiyum
U Uranyum
V Vanadyum
W Tungsten (Volfram)
Xe Ksenon
Y İtriyum
Yb İterbiyum
Zn Çinko
Zr Zirkonyum

toryum (Th), 5f elektronları olmamasına karşılık, genellikle uranyum ötesi element sayılır

munsa (*Be*), iki *2s* elektronu vardır. Bordan (*B*) neona (*Ne*) kadar olan altı element, altı *2p* bölgesinin art arda elektronlarla dolmasıyla ortaya çıkar. Üçüncü peryot, *s* ve *p* bölgelerinin dolması bakımından ikinci peryoda benzer. İki *3s* elektronu, sodyum (*Na*) ile magnezyuma (*Mg*), altı *2p* elektronu, alüminyumdan (*Al*) argona (*A*) kadar olan diziye karşılıktır. Argondan sonra gelen atom olan potasyumla (*K*), dördüncü peryot başlar. Potasyumla birlikte *3d* bölgesinin dolmaya başlaması beklenirse de, bunun yerine, en dış elektron *4s* bölgesine girer. Kalsiyumda (*Ca*) iki *4s* elektronu bulunur. Kalsiyumdan sonra gelen ilk element olan skandiyumla *(Sc)* birlikte, *3d* bölgesi dolmaya başlar. Nikelde (*Ni*), iki *4s* elektronuna ek olarak, on elektron alabilen *3d* bölgesinde sekiz elektron bulunur. Bununla birlikte, nikeli izleyen element olan bakırda (*Cu*) *3d* bölgesi on elektronla dolmuştur. Fazla elektron, *4s* bölgesinden aktarılmıştır. Bundan sonra, *4s* bölgesine bir elektronun girmesiyle ÇİNKO (*Zn*) atomu ortaya çıkar. Tam dolmamış *d* bölgeleri olan elementlere, «GEÇİŞ ELEMENTLERİ» adı verilir. Daha sonra, altı elektron, *4p* bölgesini doldurarak, galyumdan *(Ga)* kriptona *(Kr)* uzanan diziyi oluşturur. Beşinci peryot, önce *5s* bölgesinin, ardından da *4d* ve *5p* bölgelerinin dolması bakımından, dördüncü peryoda çok benzer. On dört elektron alabilen *4f* bölgesi, *6s* bölgesi iki, *5d* bölgesi de bir elektron almadan dolmaya başlamaz. *4f* bölgesi dolan elementlere, «ender toprak elementleri» ya da «*lantanitler*» denir. Ender toprak elementlerinden sonra, talyumdan (*Tl*) radona (*Rn*) kadar 5d bölgesinin kalan yerleri ile *6p* bölgesi dolmaya başlar ve sonunda altıncı peryot tamamlanır. Yedinci peryot henüz tamamlanmamıştır. Zaman zaman yeni bulunan ya da TANECİK HIZLANDIRICILARI'nda birkaç milisaniye için yapay olarak elde edilen elementler, bu peryoda eklenmektedir. Yeni elementler konusundaki araştırmalar, atom numarasının 110 olduğu bölgede, bir «kararlılık adası» olacağı konusunda kuramsal bir tahmin getirmiştir. Gerçekten 110 numaralı elementin yapılması başarılırsa, bu element, katı bir madde oluşturacak kadar kararlı olabilecektir.

Çeşitli peryotların benzer konumlarında yeralan elementlerin özellikleri arasındaki yakınlığı belirtmek için, peryodik çizelge, düşey olarak gösterilen gruplar halinde düzenlenmiştir. Gruplar *IA*'dan *VIII A*'ya ve *IB*'den *VIIIB*'ye kadar numaralanır. Ancak, elektronların düzenlenmesi konusundaki yeni bilgiler, bu gruplandırmanın, bazı yerlerde pek anlam taşımadığını ortaya koymuştur. Alkali metaller ve toprak alkali metalleri *IA* ve *IIA* gruplarını oluştururlar. Geçiş metalleri gruplarının ilk beş üyesi, *IIIA*'dan *VIIA*'ya kadar olan gruplarda yeralır. İlk beşten sonra gelen üç üyenin (sözgelimi dördüncü peryotta demir [*Fe*], kobalt [*Co*] ve nikel [*Ni*] gibi) tümü, *VIII* A grubuna yerleştirilir. Asal metaller *IB* grubunu oluştururlar. Çinko (*Zn*), kadmiyum (*Cd*) ve Cıva (*Hg*), *IIB* grubunda yeralırlar. Her peryotta bulunan ve *p* bölgelerinin dolmasına karşılık olan altı element, *III B* grubunu oluştururlar. Ender toprak metalleri ile bunlara karşılık olan yedinci peryotta bulunan elementler *(aktinit*ler), gruplar halindeki sınıflandırmaya girmezler. Geçiş metallerinin özelliklerine göre gruplara bölünmesinde, özellikler, sistemli bir değişme göstermez. Bunun nedeni, dış *d* elektronlarının, bağlanma özelliklerini, dış *s* ve *p* elektronları kadar etkilememesidir.

Günümüzde grup numaralarını yalnızca *s* ve *p* düzeylerinin dolmasına karşılık olan elementler için kullanma eğilimi vardır. Böylece, birbirini izleyen elementlerin özellikleri arasındaki fark vurgulanır ve farklı peryotlarda eşdeğer durumlarda bulunan elementler arasındaki benzerlikler açıkça görünür. Grup numaraları, galyum gibi bir III. grup elementi ile arsenik gibi V. gruptan bir elementin birleşiminden oluşan yarıiletken maddelerin (III-V yarıiletkenler) ya da kadmiyum gibi bir II. grup elementi ile kükürt gibi VI. gruptan bir elementin birleşiminden oluşan yarıiletkenlerin (II-VI yarıiletkenler) tanımlanmasında kullanılır.

PETROL ARAMA

Petrol yataklarının resimleri bazen yeraltı petrol gölleri biçiminde çizilir. Oysa, normal olarak petrol ve gaz, gözenekli kayaçlar içinde bulunur. Bu *depo kayaç* (genellikle kum, kumtaşı, kireçtaşı ya da dolomit) dışında, petrolün bulunduğu bölgeden «*göç*» denen bir olayla sızıp gitmesini engelleyecek bir geçirimsiz kayaçın da bulunması gerekir. Petrol arama, her şeyden önce, geçirimsiz kayaçlarla bir arada bulunan geniş depo kayaç yatakları bulmak demektir. Bunu yapmak için kullanılan teknikler, YERBİLİM TEKNİKLERİ ve YERFİZİĞİ maddelerinde özetlenmiştir. Bunların petrol arama çalışmalarına uygulamasıysa aşağıda anlatılacaktır.

Uygun yapıların bulunması, bir petrol yatağının varlığını gösterebilir. Ancak, petrolün işletmeye değer miktarlarda varolup olmadığını anlamanın tek yolu, sondaj kuyuları açmaktır. Sondaj kuyusu açma, bir petrol bölgesinden petrolün elde edilmesinden önce uygulanan araştırma ve geliştirme işlemlerine yapılan harcamaların en büyük bölümünü oluşturur.

Araştırmalar, ulaşılabilen yerkabuğu tabakalarının yerbilimsel bakımdan incelenmesiyle elde edilen verilerin değerlendirilmesiyle başlar. Fosiller ve bunlarla ilgili maddeler, kayaçların yaşlarının ve özelliklerinin belirlenmesinde yardımcı olur. Radyoizotop (Bk. İZOTOP) çözümlemesi yoluyla da, yaş konusunda oldukça doğru sonuçlar elde edilebilir.

Bu yöntemler, delme işlemlerine ya da sondaj kuyularından elde edilen maddelere uygulandıkları durumlar dışında, yalnızca yüzeydeki yapılara ilişkin bilgi verirler. Oysa, yeraltının birkaç kilometre derinliğine kadar uzanan bir tabaka haritası çıkarmak gerekir. Böyle bir haritanın çizilebilmesi için, yerbilimsel araştırma yöntemleriyle çeşitli bilgiler edinilir. Bu yöntemlerin başlıcaları şunlardır: Magnetik

yöntem; yerçekimi yöntemi; sismik yöntem. Deneme kuyularının nerelere açılacağına, ancak bu tür incelemelerden elde edilen sonuçların değerlendirilmesiyle karar verilir.

Magnetik yöntemler: Dünyanın magnetik alanı, hem konum ve zamana göre, hem de magnetik fırtınalar nedeniyle değişir. Söz konusu etkenler göz önüne alınarak, elde edilen sonuçlar, tortul havzaların yerlerinin ve kalınlıklarının belirlenmesinde kullanılabilir. Tortul kayaçlar genellikle magnetik değildir. Ama bu tabakanın altında kalan yapılar (hem kor kayaçlar, hem de başkalaşmış kayaçlar), değişik derecelerde magnetiktirler ve Dünya'nın magnetik alanında küçük sapmalara neden olurlar. Sapma açısı, kaynağın bulucudan uzaklığına bağlı olduğundan, tortul yapının kalınlığının ölçülmesinde kullanılabilir. Bu incelemeden elde edilen sonuçları değerlendirmek kolay değildir. Ancak, magnetik alan ölçümleri uçakla yapıldığından, hem hızlıdır, hem de geniş alanlara uygulanabilir.

MAGNETOMETRE, ya uçağın kuyruğuna takılır ya da arkasından çekilir. Çok hassas olan bu aygıt, bir gama gücünden daha düşük magnetik alanları bile ortaya çıkarabilir. Araştırma uçağı, daha önceden belirlenmiş bir dizi uçuş hattı üstünde, değişmez yükseklikte uçarken, magnetik veriler sürekli olarak kaydedilir.

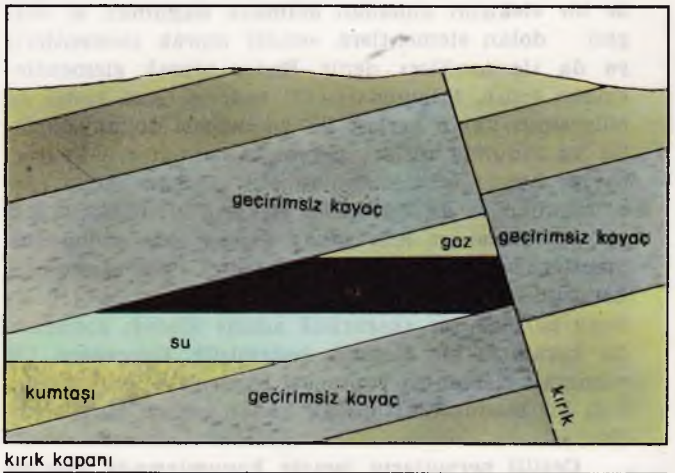
Yerçekimi yöntemi: Dünya'nın yerçekimi gücü de değişkendir. Bu değişiklikler göz önüne alınarak, çok hassas yerçekimi ölçme yöntemleriyle, tortul yatakların yerleri belirlenebilir. Tortul tabakanın altında bulunan taban kayaçlarının yoğunlukları tortul tabakadan yüksek olduğundan, kütle çekim güçleri de daha yüksektir. Bu iki çekim gücü arasındaki fark, bir gravimetreyle ölçülebilir. Gravimetre, bir geminin güvertesine ya da bir uçağa yerleştirilmiş ve bir cayroskopla dengelenmiş bir platform üstüne takılarak, araştırma yapılacak bölge üstünde gezdirilir. Böylece tortul bölge belirlenir.

Sismik yöntemler: Sismik yöntemler (Bk. DEPREMBİLİM) daha hassas bilgi sağlar. Bu yöntem, yapay patlamalarla ya da başka yollarla yaratılan

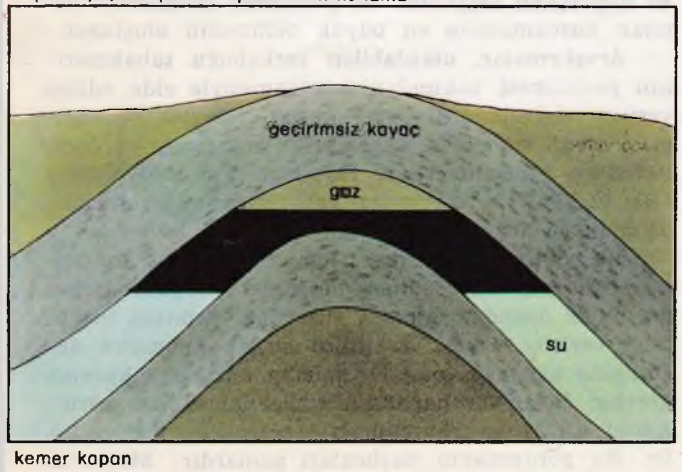
---

Petrol, su dibine çöken ve çamur içinde sıkışıp kalan ölü mikroskopik deniz organizmalarından oluşur. (altta) Daha sonra, yeraltı suyunun basıncıyla üst tabakada bulunan gözenekli kayaçlardan süzülüp, geçirimsiz bir tabakaya raslayıncaya kadar aşağı iner. Resimde, büyük kara hareketleri sonucu ortaya çıkan petrol kapanları görülmektedir. Bir kuyu açıldığında petrol, yeraltındaki suyun ve gazın basıncıyla yukarı itilir.

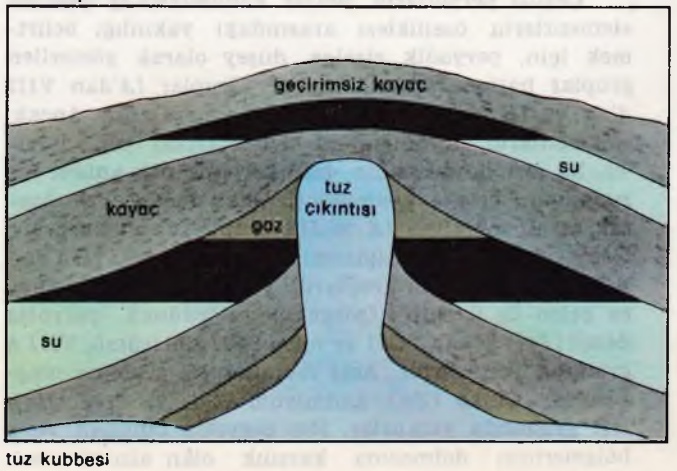
depo kayaçtaki petrol topaklarının konumu



kırık kapanı



kemer kapan



tuz kubbesi

şok dalgalarının, yeraltındaki kayaçlardan yansıtılması ya da kırılmaya uğraması için geçen süreyi ölçmeye dayanır. Çok sayıda sismik deney yapılır ve sonuçlar bir araya getirilerek, yeraltı tabakalarının ayrıntılı bir haritası elde edilir.

Patlayıcı madde kullanmak, denetim altında patlatılmalarına ve küçük miktarlarda kullanılmalarına karşın, özellikle denizde oldukça sakıncalıdır. Patlayıcı yerine, büyük ağırlıkları yere atma yöntemi, kıvılcımla ateşlenen gaz patlamaları ve belirli frekans sınırları içinde salınım yapan güçlü jeneratörler de kullanılmaktadır.

Sondaj kuyuları: Öteki verilerle birlikte değerlendirilen sismik sonuçlar, sondaj kuyularının (Bk. SONDAJ KUYUSU, PETROL) yerlerinin saptanmasını sağlar. Toprağın delinmesi sırasında derinden çıkan maddelerin (sondaj «çamuru»yla birlikte dışarıya fırlayan kayaç parçaları), gözle ve elektronik olarak incelenmesi, yeraltı yapıları ve petrol miktarı konusunda bilgi verir. Sondaj kuyusu kazıldıkça yapılan elektronik kayıtlar da değerli bilgiler sağlar. Ne var ki, bu alanda çok gelişmiş bilimsel yöntemlerin ortaya çıkarılmış olmasına karşılık, petrol arama yöntemlerinde hâlâ, kesin sonuçlara ulaşmak olanaksızdır.

PETROL RAFİNERİSİ

Ham petrolün, petrol boru hattı üstündeki pompa motorlarının çalıştırılması gibi bazı uygulamalar dışında, çeşitli isteklere uygun bir yakıt haline gelmesi için, işlenmesi gerekir. Ham petrol, işlenmeden de yakılabilir. Ama bu uygulama, içindeki kimyasal madde kaynaklarının, BİTÜM ya da yağlama yağları gibi çok sayıda değerli bileşenin ziyan olmasına yolaçar. Bu nedenle, petrol *rafinajı* her zaman gereklidir. Rafinaj (arıtma) işlemlerinde, ham petrol iki temel değişikliğe uğrar: Ham petrol, özel uygulama alanları olan değişik uçuculuktaki temel ürünlere ayrılır; temel ürünler, ya belirli kullanımlara daha uygun hale getirmek için ya da istemin fazla olduğu yerlerde kullanılabilecek hale sokma amacıyla, fiziksel ve kimyasal değişime uğratılır. Bu yolla ham petrol, gaz halindeki bir fraksiyon ile benzin, gazyağı, motorin, fuel oil (brülör yakıtı), bitüm ve yağlama yağı gibi sıvı ürünlere ayrılır. Ayrımsal damıtmayla elde edilen sıvı yakıt, otomobil motorunda kullanmaya elverişli nitelikte değildir. Arıtma süreçleriyle geliştirilmesi gerekir.

«Rafinaj» adı altında toplanan ve yıllık dünya üretimi 3 milyar tonu geçen işlemler, oldukça karmaşıktır. Ham petrol bileşiminin, çıkarıldığı yere bağlı olarak büyük farklılık göstermesi, işlemi daha da karmaşıklaştırır. Rafineriler, hem çeşitli ham petrollerden istenen ürünleri istenen miktarlarda üretecek, hem de istemler değiştikçe bu ürün miktarları arasındaki dengeyi değiştirebilecek nitelikte olmalıdır. İstem değişiklikleri, uzun süreli olabileceği gibi (sözgelimi, benzinin yerini motorinin alması), mevsimlere bağlı da olabilir (ısınma yakıtı isteminin kışın artması gibi). Mevsimlere bağlı değişiklikler, depolama yöntemiyle de karşılanabilir. Ama rafineriler, istemin fazla olduğu ürünleri istemin az olduğu öteki ürünlerden daha fazla üretmek için gerekli düzenlemeyi yapmak zorundadırlar. Bu tür programların en verimli biçimde uygulanabilmesi, ancak bilgisayarlarla gerçekleştirilebilen, karmaşık planlamalar gerektirir.

Rafineriler genellikle liman yakınlarına kurulur. Bunun yararları şunlardır: Büyük tankerler ham petrolü kolayca boşaltabilirler; ürünler ucuz yolla pazarlara ulaştırılır; arıtma işlemleri için gerekli soğutma suyu denizden sağlanır. Büyük rafinerilerde, birkaç yüz bin tonluk ham petrol depolayabilecek tanklar bulunur. Bazı tanklar, büyük tankerlerin bütün yükünü alabilecek boyuttadır (100 000 tonluk). Çok büyük bir yatırımı gerekli kılan bu tür rafinerilerde, yılda 20 milyon ton ham petrol işlenebilir. Rafinerilerde, ham petrolü işleyen tesislerin yanı sıra, güç ve buhar sağlayan tesisler ile bakım ve laboratuvar donanımları da bulunur.

Günde 160 000 varil (25 458 000 litre) kapasiteli bir damıtma birimi. (altta) Damıtma, rafinaj sürecinin ilk işlemidir. Damıtma işlemiyle ham petrol, kaynama noktalarına göre farklı bölümlere ayrılır. Her bölüm, daha sonra, kükürt giderme ya da kraking gibi işlemlere sokulur.

Buna karşılık, büyük rafinerilerde bile işletme için çok sayıda insan gücüne gerek duyulmaz. Sözgelimi, büyük bir rafineride 25 kişilik bir vardiya ekibi, yeterli olabilir. İnsan gücünün en gerekli olduğu alan, rafineriyi çalışır durumda tutan, karmaşık otomatik aygıtların bakım ve denetimini yapan bakım gruplarıdır. OTOMATİK DENETİM'den yararlanmada temel amaç, insan gücünün sınırlandırılması değildir. Otomasyon, daha verimli ve güvenilir bir işletme sağladığı için, rafinerilerin vazgeçilmez bir özelliğini oluşturur.

Rafineri üretimi: Küçük rafinerilerde, birkaç tür ham petrolden yalnızca benzin, motorin, fuel oil (ısınma yakıtı) üretilir. Bu işlemler, ham petrolün damıtıl-

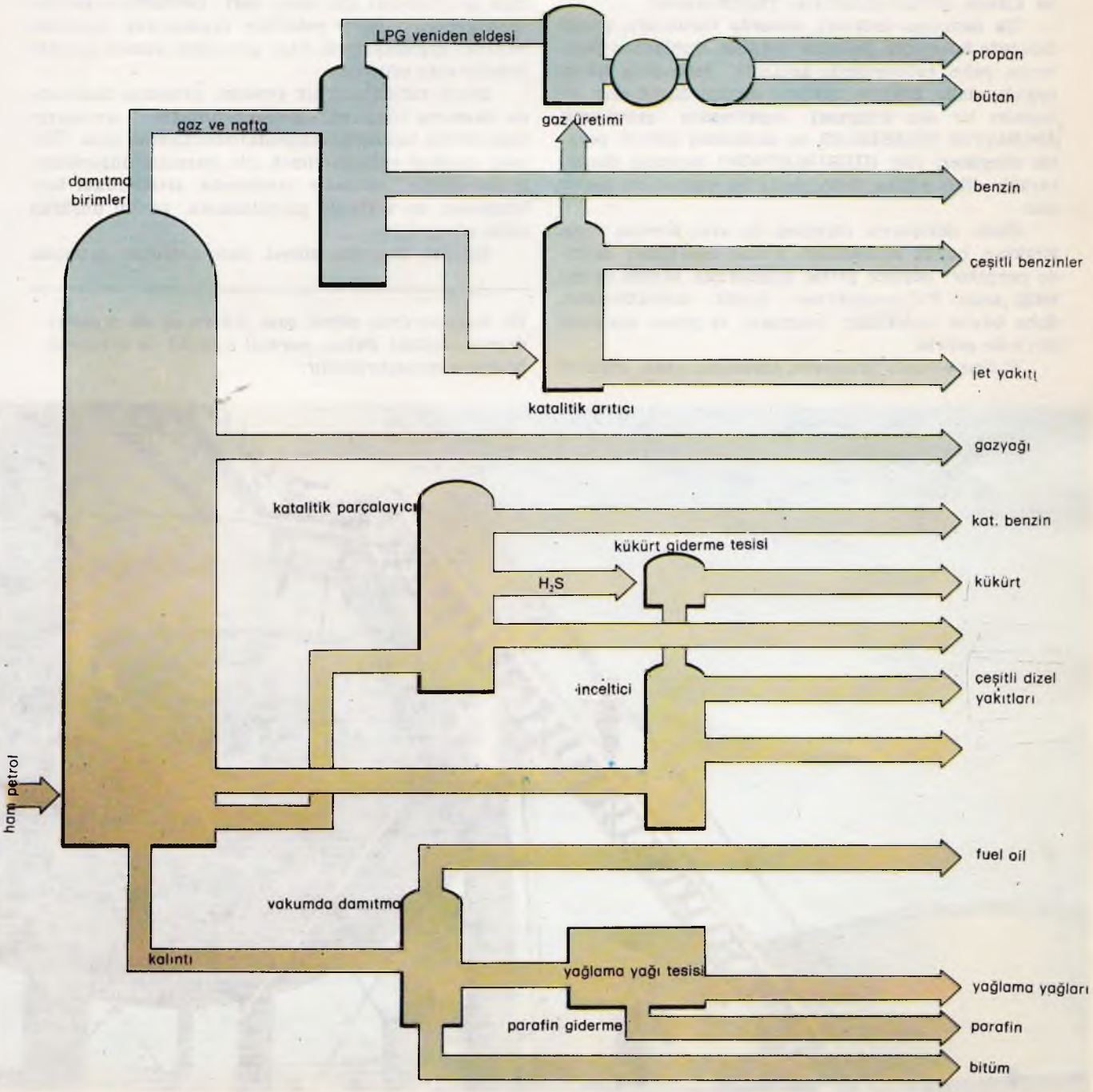
Rafineriler büyük alanlar kaplarlar. (altta) Bunların büyük bir bölümünü ham petrolün ve ara ya da bitmiş ürünlerin saklandığı depolar oluşturur. Resmin ortasında çeşitli işlem birimleri görülmektedir. Birimler birbirlerine boru hatlarıyla bağlanır.

Petrolün rafinajı. (altta) İlk işlem, petrolü, kaynama noktaları yakın olan bileşiklerden oluşan gruplara ayırmaktır. Bu yolla elde edilen temel ürünlerin miktarı, ham petrolün tipine bağlıdır. Belirli bir üründen, normal yoldan elde edilebilecek olandan daha büyük miktarlar gerektiğinde, kraking ya da polimerleştirme gibi dönüştürme süreçlerine başvurulur. Ham petrolde genellikle kükürt bulunduğundan, kükürt giderme işlemi, sürecin önemli bir bölümünü oluşturur.

masıyla ve amaçlanan ürüne göre elde edilen temel ürünlere *katalitik reforming* ve *tatlandırma* (şekerleme) işlemlerinin uygulanmasıyla gerçekleştirilir.

Büyük rafinerilerdeyse, aynı ürünler, daha çok çeşitli ham petrollerden elde edilebilir. Bu tür rafineriler ayrıca, sıvılaştırılmış petrol gazı, gazyağı, uçak benzini, bitüm ve yağlama yağları da üretebilirler.

Büyük rafinerilerde uygulanan ilk damıtma süreci, yalın rafinerilerdekilere benzer. Elde edilen temel ürünlere, ikinci bir alçak basınçta (vakumda) damıt-



ma uygulanır. Ham petrolden damıtılmış ürünlerin bileşimini değiştiren katalitik reforminge ek olarak, başka süreçler de kullanılır: *Katalitik kraking; hidrojenleme; izomerleştirme; çözücü özütleme.*

Ayrımsal damıtma ürünlerinin bileşimini değiştirme gereği, benzin örneğinde açıkça ortaya çıkar. Benzine, otomobil motorlarında vuruntuya neden olmayacak bir özellik kazandırılması gerekir. Vuruntuyu önlemek için, organik kurşun bileşikleri içeren katkı maddelerinden yararlanılmaktadır. Ne var ki, hava kirlenmesini azaltma amacıyla, bu maddeler yerine benzinin bileşiminin değiştirilmesi daha uygundur ve bu alanda gerekli çalışmalar yapılmaktadır.

İlk damıtma ürünleri, motorda vuruntuyu yeterli derecede önleyecek özellikte değildir. Bunlardan bazılarına yalın rafinerilerde katalitik reforming işlemi uygulanabilir. Böylece, vuruntu direnci düşük olan bileşenler bir dizi kimyasal tepkimeden geçirilerek, AROMATİK BİLEŞİKLER ve dallanmış zincirli *parafin* bileşikleri (Bk. HİDROKARBON) biçimine dönüştürülür. Elde edilen ürün, daha az vuruntuya neden olur.

Öteki değiştirme süreçleri de aynı sonucu verir. *Kraking*, büyük molekülleri, küçük moleküller halinde parçalar; böylece petrol ürünlerinin verimi ve niteliği artar. *Polimerleştirme*, küçük moleküllerden, daha büyük moleküller oluşturur ve petrol gazlarını sıvı hale getirir.

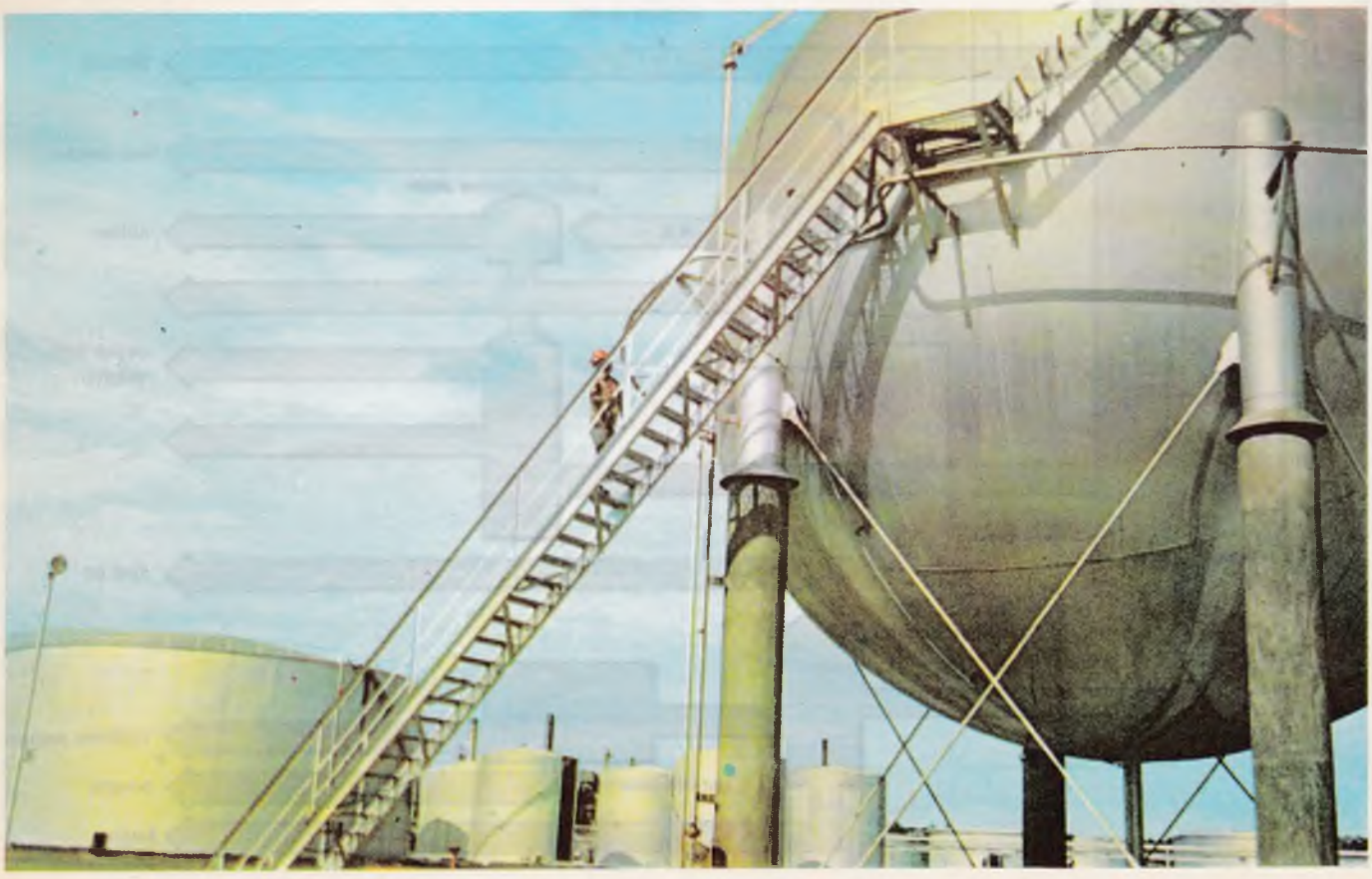
Rafine edilmiş ürünlerin, kararlılık, renk, koku ve benzeri özelliklerinin geliştirilmesi için, çeşitli tamamlama işlemlerinden geçirilmesi gerekir. Sözgelimi, kükürt bileşiklerinin kuvvetli kokusunu almak için, «tatlandırma» işlemi uygulanır.

Rafineri işlemleri: En yaygın ayırma yöntemi, damıtmadır. Ham petrol, her biri değişik kaynama noktalı yüzlerce hidrokarbon içeren bir karışımdır; gazlardan başlayarak, sıvılar ve yarı katı bileşiklere kadar uzanan ürünler halinde damıtılır. Bu ürünler, değişik kimyasal tipleri ve oldukça geniş bir uçuculuk alanını kapsar. Yalnızca birkaç bileşeni bir araya getiren karışımlar bile olsa, ürünlerin, kullanıma uygun hale getirilmeleri için daha ileri işlemlerden geçirilmesi gerekir. İşlem yeterince uygulanırsa, damıtma ve öteki uygulamalarla, ham petrolden yüksek arılıkta ürünler elde edilebilir.

Petrol rafinajının ilk evresini, atmosfer basıncında damıtma oluşturur. Bunu, çoğunlukla, artıkların düşürülmüş basınçta (vakumda) damıtılması izler. Gerekli sıcaklığı sağlayabilmek için, basıncın düşürülmesi zorunludur. Atmosfer basıncında, artıklardaki bazı bileşenler, ısı etkisiyle parçalanarak, verimi düşürüp tesisi tıkayabilir.

Eskiden damıtma süreci, ham petrolün damıtma

Bir sıvılaştırılmış petrol gazı (bütan ya da propan) deposu. (altta) Bütan, normal sıcaklık ve ortalama basınçta sıvılaştırılabilir.



kabında ısıtılmasından ve buharların değişik sıcaklıklarda yoğuşturularak ayrılmasından oluşurdu. Sonradan daha iyi ayırma ve sürekli üretim sağlayan damıtma kolonları kullanılmaya başlandı. Bu kolonlar pek çok ayırma tepsisi içeren, yüksek metal kulelerdir. Petrol, kısmen buharlaşması için ısıtıldıktan sonra, kulenin üste yakın bir yerinden verilir.

Sıvı, kolon içinde, besleme noktasından aşağı inerken, yukarı çıkan buharla karşılaşır. Uçucu bileşenler ayrılır ve kolonun üstüne doğru buharla birlikte yükselir. Buhar, besleme noktasının üstünde yükselirken, aşağı inen sıvıyla karşılaşır. Bu sıvı, az uçucu bileşenleri buhardan ayırıp, kolonun altına indirir.

Sonuç olarak, en uçucu bölüm (gazlar) kolonun üstünde, daha az uçucu bölümler de kolonun aşağı bölümlerinde sırayla toplanır. Kolonun değişik bölümlerindeki ürünler alınarak, bir sonraki işleme gönderilir. Kolonun dibindeki artıklar da bileşenlerin çok geniş bir bölümünü içerir. Bu bölüm, ileri süreçler uygulanmadan kalorifer yakıtı (fuel oil) olarak kullanılabileceği gibi, vakumda damıtmayla, bitüme ve yağlama yağlarına dönüştürülebilir.

Yükselen buhar ile alçalan sıvının kapalı bir yerde birbiriyle daha iyi temasa getirilmesi, damıtma verimini yükseltir. İşlem, damıtma kolonundaki tepsiler içinde yapılır. Eskiden bu işlem için, «kabarcık başlıkları» denen düzenekler kullanılırdı. Günümüzdeyse, gene aynı ilkeden yararlanılmakta, ama daha ucuz temas düzenekleri kullanılmaktadır.

Kraking: Kraking, büyük molekülleri, ısı ve basınçla (*ısıl kraking*) ya da KATALİZÖR eşliğinde (*katalitik kraking*), küçük moleküllere parçalama yöntemidir. Katalitik kraking normal olarak, *akışkanlaştırma* tekniğiyle yapılır. Çok ince tanecikler halindeki katalizör, reaktör içinden, akışkan gibi hareket ettirilerek *rejeneratöre* verilir. Rejeneratörde, üstünde biriken karbon yakılarak, katalizör, yeniden devreye sokulur. Katalitik kraking, benzin yapımında, ısıl krakingse, kimyasal ham maddelerin yapımında kullanılır. Kraking süreci, vuruntuya direnci yüksek olan moleküller verir.

Hidro-kraking, kraking sürecine hidrojen ekler. Büyük bir rafineride çok miktarda hidrojen üretilir. Bu işlemle, daha yüksek nitelikli benzin sağlanır ve süreç kolaylaşır.

Öteki süreçler: *Reforming*, rafineride hidrojen üreten süreçlerden biridir. Naftadaki hidrojenin alınmasıyla, vuruntuya karşı direnci yüksek olan aromatikler oluşur. *İzomerleştirme* ve alkilleme gibi tepkimeler de, reforming sürecine girerler (ayrı olarak da uygulanabilirler). İzomerleştirme, düz zincirli bileşikleri, dallanmış zincirli hale getirerek, vuruntuya direnci büyük ölçüde artırır. Sözgelimi, n-heksan, izomerleştirmeyle 2-metil pentan haline dönüştürülebilir. Bu dönüşümle oktan sayısı (vuruntu ölçüsü olarak kullanılır) 25'ten 73'e yükselir.

Çok kullanılan fiziksel bir süreç de, *çözücü özütleme*dir. Bu süreç, üründeki bir bileşenin, çözücüde, artıkdakinden daha çok çözünür olduğu bir işleme sokulmasına dayanır. Bir örnek, aromatiklerin gazyağından kükürt dioksitle özütlenmesidir. Aromatikler gazyağında kalırlarsa, yağın yanarken is yapmasına neden olurlar.

Yağlama yağları: Yağlama yağları yapımı için uygun bileşenler, bütün ham petrollerde bulunmaz. İlk damıtmadaki artığa vakumda damıtma uygulanarak, uygun viskozite aralığında yağlama yağları elde edilir. Bunlar sonradan, istenmeyen bileşikleri uzaklaştırmak için yeniden işleme sokulur. Asfalt gidermede, asfalt, propanla uzaklaştırılır. Aromatikler, ürünün viskozite-sıcaklık niteliklerini bozduklarından, çözücü özütlemeyle alınırlar. Düşük sıcaklıklarda akışı durduran parafin, çözücüyle uzaklaştırılıp, yararlı bir yan ürün olarak kullanılır.

Bu yolla elde edilen ana yağlar, çeşitli uygulamalar için harmanlanır ve genellikle başka katkı maddeleriyle karıştırılır.

Kimyasal ham maddeler: Rafineri işlemlerinin önemli bir işlevi de, plastikler, kauçuklar, çözücüler ve öteki petrokimyasal ürünler verecek kimyasal süreçlere ham madde sağlamasıdır. Bu nedenle, rafinerilerin yakınlarına genellikle başka kimyasal tesisler kurulur. Bunların BORU HATTI'yla beslenmesi de olanaklıdır.

pH-ASİTLİĞİN ÖLÇÜMÜ

pH ölçeği, Danimarkalı fizikçi Sörensen tarafından 1909'da, bir çözeltinin hidrojen iyonu derişiminin ya da asitliğinin belirlenmesine yarayan bir yöntem olarak geliştirildi. *pH*'daki *p* harfi, Almancada *Potenz* (matematiksel anlamda kuvvet) sözcüğünden gelir; *H* harfiyse hidrojeni gösterir.

Hidrojen iyonu derişimi: *Asit*, suda hidrojen iyonları (H^+), baz da suda hidroksil iyonları (OH^-) verecek biçimde iyonlarına ayrılan maddelerdir. Hidrojen ve hidroksil iyonları bir araya gelerek, su oluştururlar.

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

Bir asit ya da bazın kuvveti, suda iyonlarına ayrılan moleküllerin oranına bağlıdır. Kuvvetli bir asidin moleküllerinin çoğu, zayıf asidinse yalnızca birkaç molekülü iyonlaşır. Hidrojen ya da hidroksil iyonları sürekli üretildiğinden, asit ve bazın kuvveti, hidrojen ya da hidroksil iyonları derişimine dayanır. Hidrojen iyonları derişimi, sudaki asit ya da baz moleküllerinin derişimine, ayrışan moleküllerin oranına ve sıcaklığa bağlıdır.

Sörensen, *pH* ölçeğini, hidrojen iyonu derişiminin tersinin logaritması olarak göstermiştir.

$$\mathrm{pH} = \log_{10} \frac{1}{[H^+]}$$

$[H^+]$ hidrojen iyonu derişimidir. Sözgelimi, çözeltinin hidrojen iyonu derişimi litrede 0,03 *mol* ise

$$\mathrm{pH} = \log_{10} \frac{1}{0{,}03} = \log_{10} \frac{100}{3} = 2 - 0{,}477 = 1{,}523$$

pH – ASİTLİĞİN ÖLÇÜMÜ

Bir kimyasal bileşiğin bir molünün, söz konusu bileşiğin gram olarak molekül ağırlığına eşit bir kütlesi vardır. Sözgelimi, 1 mol *HCl*'nin (hidrojen klorür) 36.46 gr'lık bir kütlesi vardır. Ne asit, ne de baz olan arı suda, çok az sayıda iyonlaşmış molekül bulunur. Su, hidrojen ve hidroksil iyonlarından oluştuğu için, bunların derişimleri aynıdır. 25°C'ta iki iyonun derişimi yalnızca litrede 0,000 001 mol'dür.

$$\text{Arı suyun pH'ı} = \log_{10} \frac{1}{0{,}0000001} = \log_{10} 1\times10^{7} = 7\text{'dir.}$$

Bitkilerin gelişmesinde toprak pH'ının elverişli düzeyde olması, önemli bir etkendir. Bazı bitkiler asit özelliği gösteren koşullarda, bazıları da baz özelliği taşıyan toprakta gelişir. Sözgelimi, şeker pancarı, pH 6,5-7'de yetişir. Toprağın asitliğini azaltmak için, tarlaya kireç serpilir. (üstte) Patates içinse hafifçe asitli koşullar daha uygundur. pH'ı düşürmek için, toprağa amonyum sülfat çözeltisi püskürtülür (altta).

Hidrojen iyonlarının derişimi arttıkça, pH değeri küçülür. pH'ın 7'den düşük değerleri asitlik gösterir. pH 7'den büyükse, hidroksil iyonları derişimi, hidrojen iyonlarından fazladır. Çözelti bazdır ve çoğunlukla alkali olarak kabul edilir.

pH'ın ölçülmesi: Bazı bitki özleri ve kimyasal maddeler, asitlerle karşılaşınca renk değiştirirler. Bu tür maddelerden *belirteç* (indikatör) olarak yararlanılır. Yaygın olarak kullanılan üç belirteç vardır: Asit özelliği gösteren çözeltilerde kırmızı, bazda mavi olan *turnusol;* kuvvetli asit çözeltisinde kırmızı, pH 3 ve 5 arasında sarıya doğru değişen *metiloranj;* asit özelliği gösteren çözeltilerde renksiz olan, pH 8-10 arasındaki baz özelliği taşıyan koşullarda pembeye dönen *fenol ftalein*.

Çok sayıda belirteç kullanımından kaçınmak için, bütün pH ölçeği boyunca renk değişimi gösteren bir standart karışım hazırlanmıştır. «*Evrensel belirteç*» adı verilen bu karışım, herhangi bir çözeltinin pH'ını yaklaşık olarak ölçebilir.

Daha duyarlı pH ölçümleri, pH-ölçerle (pH-metre) yapılır. pH-ölçerler temelde, Sörensen tarafından geliştirilen bir yönteme dayanır. Sörensen, özel bir elektrot ile çözelti arasındaki potansiyel farkını ölçmüştür. Bu küçük potansiyel farkı, hidrojen iyonu derişimine eşittir. Günümüzdeyse, cam elektrotlu ölçü aygıtı kullanılmaktadır. Bu, ince çeperli bir cam ampulden oluşur. İçine platin tel sarkıtılmış olan ampulün içinde, değişmez pH'lı (tampon) bir çözelti vardır. Bir de, genellikle *kalomel elektrot* olan bir karşılaştırma (referans) elektrodu bulunur. İki elektrot bilinmeyen bir çözeltiye daldırıldığında oluşan potansiyel farkı, bir potansiyometre tarafından ölçülür ve pH-ölçer üstündeki ölçekten okunur.

Tampon çözeltiler: Tampon çözelti, küçük miktarlarda asit ya da baz katılmasıyla pH'ı değişmeyen bir çözeltidir. Bir zayıf asit çözeltisi (pek az iyonlaşmış) ile bu zayıf asidin bir tuzunun (bütünüyle iyonlaşmış) karıştırılmasıyla yapılır.

Sözgelimi, asetik asit ve sodyum asetat karıştırıldığında, bir tampon çözelti oluşur. Asetik asit, hidrojen ve asetat iyonları halinde iyonlarına ayrılır:

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

asetik asit — asetat iyonu — hidrojen iyonu

Sodyum asetat bütünüyle iyonlaşır:

$$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+$$

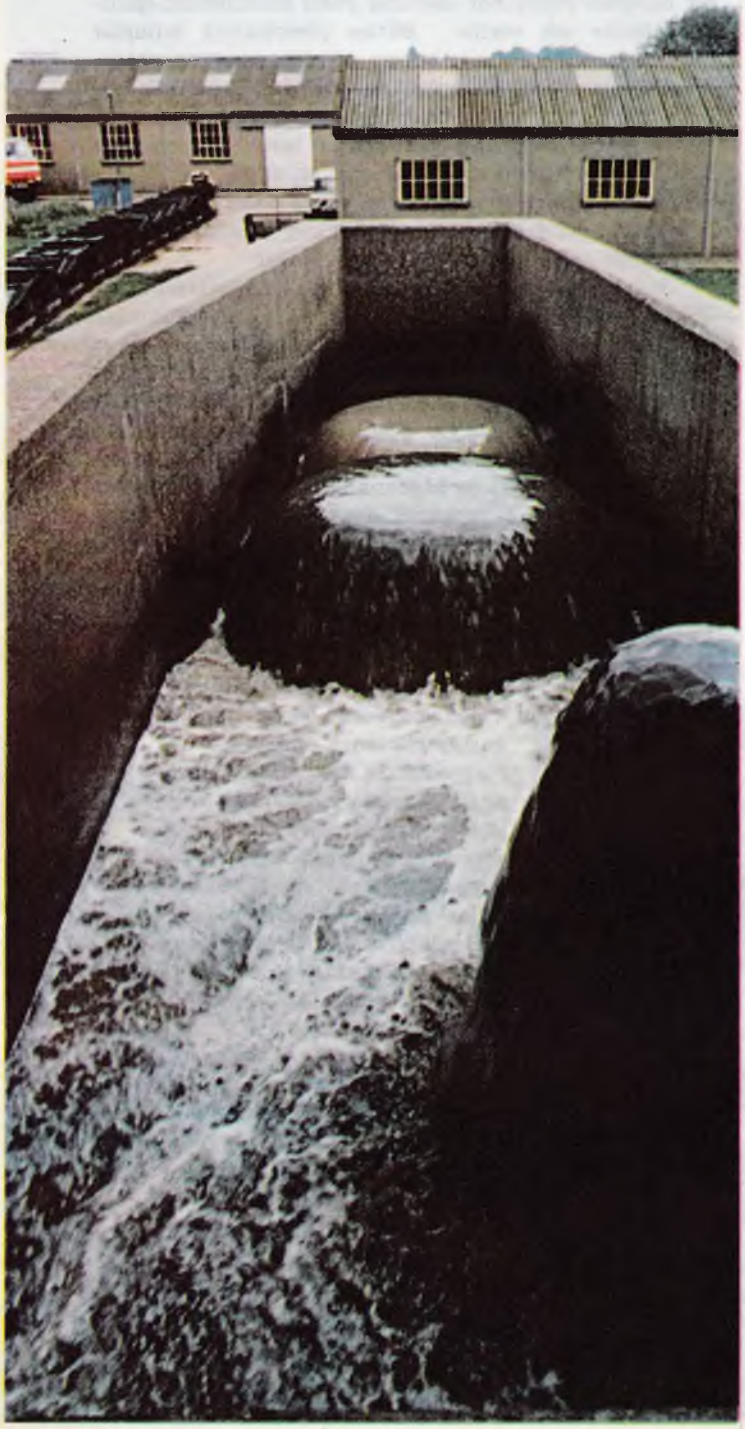
sodyum asetat — asetat iyonu — sodyum iyonu

Hidroklorik asit *(HCl)* gibi bir asit, tampon çözeltiye katıldığında, asitten gelen hidrojen iyonları, asetat iyonlarıyla birleşerek, iyonlaşmayan asetik asit verirler:

$$H^+ + Cl^- + Na^+ + CH_3COO^- \longrightarrow Na^+ + Cl^- + CH_3COOH$$

Tampon çözeltiye bir baz katılırsa, bazdan gelen hidroksil iyonları, sodyum hidroksitteki *(NaOH)* gibi

Lağım suları, ortalama 7,3 pH'dadır. İlk çöktürmede, katı maddelerin % 50'si uzaklaşır ve pH 7,5'a düşer. Bu su daha sonra mikroorganizmalarla parçalanır. Süreç, pH 5,5-6,5'ta başlar; pH 7'de tamamlanır. (altta)



asetik asitten gelen hidrojen iyonlarıyla birleşir ve yansız (nötr) su verir. Tampon çözeltiye katılan hidrojen ya da hidroksil iyonları, öteki iyonlarla birleştiğinden, hidrojen iyonları derişimi, dolayısıyle de pH değişmez.

Biyolojik işlevlerde pH: Yalnızca özel pH'lı çözeltilerde ortaya çıkan birçok kimyasal tepkimeden dolayı, tampon çözeltiler, bitki ve hayvan fizyolojisinde yaşamsal bir rol oynarlar. Proteinler, bir dizi halinde bir araya gelmiş aminoasitlerden oluşan karmaşık moleküllerdir. Bu aminoasitlerde, hidrojen iyonlarını hem verebilen, hem de alabilen kimyasal gruplar vardır. Aminoasitler, kendi çevrelerinde sarılıp kıvrılarak, hidrojen iyonu yitiren ve kazanan grupları yüzeyde bırakırlar. Çözeltinin pH'ındaki herhangi bir değişiklik, aminoasit zincirinin biçimini değiştirir.

Enzimler, bedenin bütün hücrelerinde bulunan proteinlerdir. Görevleri, hücredeki çeşitli kimyasal tepkimeleri kataliz (Bk. KATALİZÖR) etmektir. pH'daki herhangi bir değişiklik, enzim etkinliğini de değiştirir. Enzimler çok dar pH aralıklarında çalışırlar ve yalnızca özel bir pH'da en iyi çalışmayı gösterirler. Hücredeki pH, tampon çözeltiler tarafından sağlanır. Fosfat tamponlar, proteinlerde olduğu gibi, önemli bir örnektir.

Kan pH'ını 7,4'te tutan bir tamponlama sistemi vardır. Bu değerde karbon dioksit (CO_2) suyla birleşerek, bütünüyle iyonlarına ayrışacak karbonik asit verir. Kan plazmasındaki protein ve fosfat tampon çözeltileri ile bunların başlıcası olan hemoglobin tarafından, karbonik asidin pH'ını değiştirmesi önlenir. Akciğerlere dönen kanın pH'ı, yeni oksijenlenmiş kanınkine yakındır.

Hayvanlarda, hücre içi, aşağı yukarı yansız pH'da tutulur. Ama hayvanların mideleri, sindirime yardımcı olan asit üretir. İnsan mide özsuyunun pH'ı 1,5, etçillerinkiyse daha da kuvvetli asitli olabilir. Yiyecek sindirimi sürecinde asit, pH'ı 8 olan pankreas özsuyu tarafından yansızlaştırılır.

Bitki işlevlerinde pH: Bitkilerde ana sorun, kendi iç pH'ları değil, mineral ve azot sağladıkları toprağın pH'ıdır. Aşırı pH'lara, yalnızca buna kendilerini uydurabilen bitkiler dayanabilir. Yüksek pH'lı alanlar (tebeşirli ve kireç taşlı toprak), pH'ı düşük (turbalı topraklar) alanlardan çok farklıdır. Çiftçiler, kireçlemeyle asitliği azaltarak, toprağın pH'ını yükseltirler.

Endüstride pH: pH'ın en önemli kullanım alanı, kimyasal çözümlemelerdir. Çözeltilerin derişikliğini ortaya çıkarmada titrasyonun son noktasını bulmak için, belirteçler ya da pH-ölçerler kullanılarak, bazlar, asitlerle yansızlaştırılır. İyon değiştirme kolonlarını yıkamak için, farklı pH'da çözeltiler kullanılır. Bu çözeltiler, ırmak suyu gibi çözeltilerdeki küçük miktarlarda metallerin varlığını göstermek için de kullanılabilir.

Metallerin aşınması büyük zararlara neden olur. İçindeki suyun pH'ının 8,5-9 arasında tutulmasıyla, çelik kazanların az aşındığı görülmüştür. Alüminyum, hem yüksek, hem de düşük pH'lardan etkilenir. Bu yüzden, yansız düzeyde korunması gerekir.

PİEZOELEKTRİK MALZEMELER

«Piezo» sözcüğü, Yunanca «basınç» anlamına gelir. Piezoelektrik olaysa, bir malzemeden, basınç uygulanmasıyla elektrik elde edilmesi işlemidir. Piezoelektrik olay, yalnızca elektrik bakımından yalıtkan olan maddelerde (Bk. ELEKTROSTATİK) ortaya çıkar ve biçim değiştiren malzemenin yüzeyi üstünde elektrik yüklerinin birikmesiyle oluşur. Piezoelektrik, tersinir bir olaydır. Piezoelektrik bir billura elektrik akımı uygulandığında, billurun biçimi değişir. Bütün piezoelektrik malzemeler, her iki tür işlem için de kullanılabilir.

Piezoelektrik olayın ortaya çıkabilmesi için, malzeme içindeki atom bağlarının *iyonik* olması, yani atomların «*ikikutuplu*» adı verilen, artı ve eksi çiftler halinde düzenlenmiş bulunması gerekir. Malzemeye uygulanan basınç, ikikutupluların diziliş biçimini bozar ve artı-eksi çiftlerin ayrılması sonucunda elektrik alanın doğmasına yolaçar. İkikutupluların, ya doğal olarak dizilmesi ya da bir elektrik alan içinde dizilme özelliği taşıyan, genellikle heteroelektretlerden oluşması gerekir.

Piezoelektrik olayın ortaya çıkıp çıkmaması doğrudan doğruya, malzeme içindeki artı ve eksi iyonların dizilişine bağlıdır. Bu da olayın, *bakışım merkezi* bulunmayan billurlarda oluşması koşulunu getirir. Başka bir deyişle, billur, tam bir bakışım göstermemelidir. Bakışımlı billurlarda düzgün gerilmeler, elektrik yüklerini birbirinden ayıramaz.

Bakışımlı bir billura örnek olarak, sodyum klorür, yani yemek tuzu gösterilebilir. Burada her artı elektrik yükün çevresi, bakışımlı olarak eksi yüklerle çevrilmiştir. Buna karşılık, baryum titanat bakışımsız bir billurdur. Dolayısıyle piezoelektrik özellik gösterir. Atomların dizilişine bağlı olarak, billurlar 32 grupta toplanabilirler (Bk. BİLLURLAR ve BİLLURBİLİM). Bunların yalnızca 20'si, bakışımsız oldukları için, piezoelektrik özellik taşırlar.

Benzer özellikler: Isıtılan maddeler genellikle genleşir. Bakışımsız billurlar ısıtıldıkları zaman, farklı yönlerde, farklı oranlarda genleşirler. Bu özellik, billur üstünde mekanik bir gerilme oluşturur. Isı yoluyla bir billurun yüzeyinde elektrik yükü birikmesine «*piroelektriklik*» adı verilir. Bütün piroelektrik billurlar piezoelektriktir. Ancak, bunun tersi her zaman geçerli değildir; çünkü piezoelektrik billurlar, ısıtıldıklarında, yöne bağlı farklı genleşme göstermeyebilirler. 20 piezoelektrik billurdan yalnızca 10 tanesi piroelektrik özellik taşır. Piroelektrik malzemeler, ısı ve kızılaltı ışınım ölçen aygıtlarda uygulama alanı bulurlar. Kızılaltı ışınlarla çalışan gece dürbünlerinin yapımında, günden güne daha çok kullanılmaktadırlar.

Piezoelektrik özellikler: Piezoelektrik etkinlik, değişik biçimlerde tanımlanabilir. Ama en sık kullanılan ölçü, etkinliği, belli bir basınç altında kutuplanma ya da ikikutuplu dizilişlerinde ortaya çıkan değişiklik cinsinden belirtmektir. Böyle tanımlanan piezoelektrik değişmez, «*d*» simgesiyle gösterilir. *d*, aynı zamanda, belirli bir elektrik alanın uygulanmasıyla oluşan biçim değişikliğinden de saptanabilir. Bilinmesi gereken başka bir ölçü de, mekanik durumdan elektrik duruma dönüşen enerji miktarıdır. Buna «elektro-mekanik dönüşüm değişmezi» denir ve *K* simgesiyle gösterilir.

Malzeme: Son 20 yıldır bu alanda büyük gelişme-

Osilatör yapımında kullanılan kuvars billurları büyük duyarlılıkla kesilip cilalanır. (solda) Piezoelektrik malzeme biçim değiştirmeye uğradığında, elektrik yükleri ayrışır ve bir dış elektrik alan üretilir. (sağda) Sofra tuzu (resmin üstünde sağda) bakışımlı bir billur yapısında olduğundan piezoelektrik özellik göstermez. Tuz (NaCl) *bakışımlı bir küp biçiminde dizilmiş* N^+ *ve* Cl^- *iyonlarından oluşur. Öte yandan, baryum titanat* $BaTiO_3$ *(resmin solunda altta) piezoelektrik etki gösterir. Bu, uzamış küp biçiminin içine, bakışımsız düzenle* Ba^{2+}, Ti^{4+} *ve* O^{2-} *iyonlarının yerleşmesinden oluşmuştur.* Ti^{4+} *iyonu, altı* O^{2-} *iyonunun ortasında yeralır; burada* c *mesafesi* a'*dan büyüktür. Bir pikap kafasını oluşturan iki paralel piezoelektrik seramik. (resmin sağında altta)*

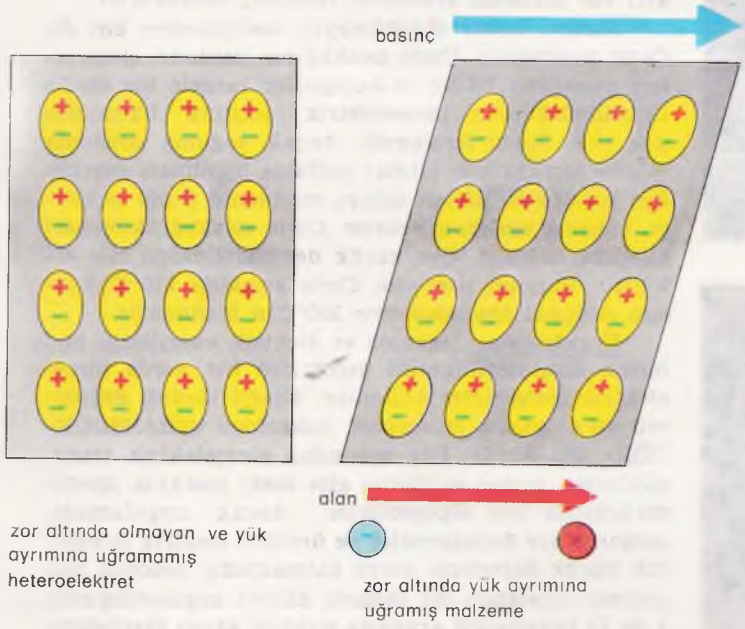
ler görülmüştür. Bilinen ilk piezoelektrik billur, kuvarstır; ama mekanik enerjinin elektrik enerjisine dönüşümünde, verim çok düşüktür ve belirli basınçlar altında oluşan elektrik yükü zayıftır.

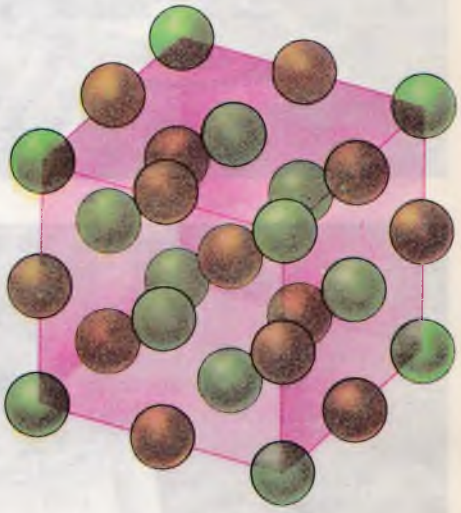
Amonyum dihidrojen fosfat, tıpkı kuvars gibi, büyük billurlar halinde elde edilebilir. Öte yandan, çeşitli bakımlardan kuvarstan üstündür. *Sodyum potasyum tartrat* (Rochelle tuzu), ucuz bir ticari malzeme olarak yıllardır kullanılmaktadır.

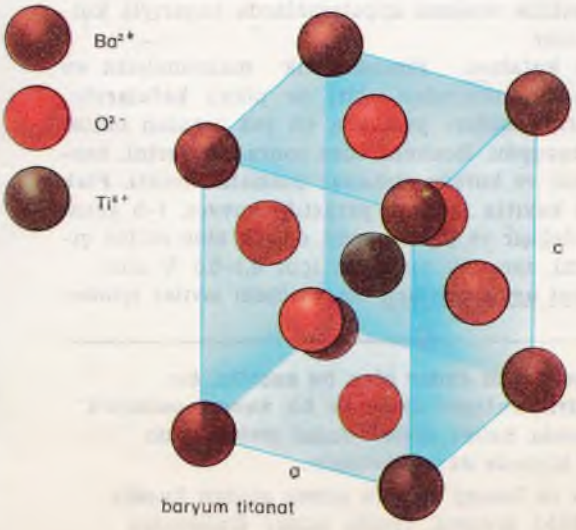
En üst düzeyde etki elde edebilmek için, her billurun, belirli eksenler boyunca kesilmesi gerekir. Kuvars dışında, söz konusu billurların tümü, kullanım sırasında sorun çıkarır. Bunlar, hem suda çözünür, hem de mekanik mukavemetleri zayıftır. Bu yüzden, yakın zamana kadar, kimyasal kararlılığı ve mekanik mukavemeti nedeniyle kuvars, en çok kullanılan piezoelektrik malzeme olmuştur.

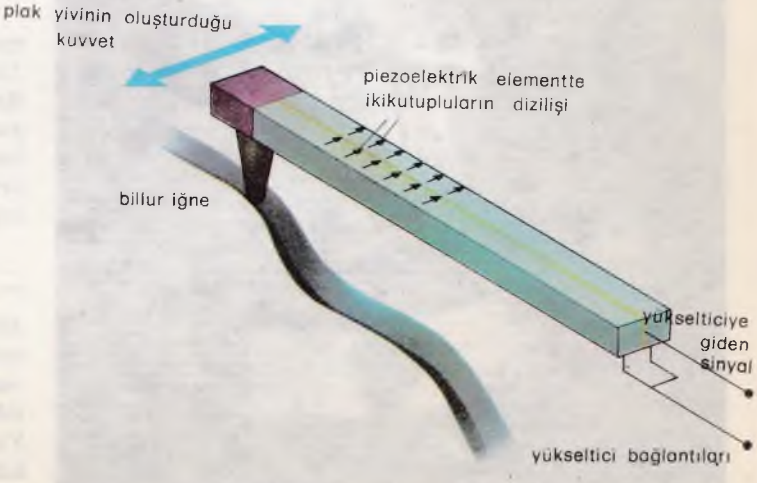
Günümüzdeyse, seramik oksitlerinden yapılan piezoelektrik malzemeler kullanılmaktadır. Bu billurlar, suda çözünen türlerden hem daha ucuz üretilirler, hem de başka olumlu özellikler taşırlar. Seramik billurlar, istenilen büyüklük ve biçimde yapılabildiklerinden, tek billurlarda olduğu gibi belli bir eksen boyunca kesme ya da yönlendirme zorunluluğu doğurmazlar.

Seramik malzemeler, eksenleri rasgele yönlerde dizili olan, çok sayıda küçük billurun birleşmesinden oluşmuştur. Seramikler, tek billurlarda olduğu gibi, normal durumda net bir kutuplanma göstermezler. Bu yüzden, heteroelektret ve buna bağlı olarak piezo-




sofra tuzu





elektriklik üretmeleri için, billur ikikutupluları yönlendirilmelidir. Yönlendirme işlemine «*pollama*» adı verilir. Küçük ikikutupluların her birini aynı doğrultuya yönlendirmek için, «pollama» işlemi sırasında, 10 kV'a varan yüksek gerilimler uygulanır. Gerilim kalktığında ikikutupluların yeniden rasgele dizilmesini önlemek için, çok büyük bir kuvvet uygulamak gerekir. Bu yüzden, seramik malzeme önce ısıtılarak, ikikutuplu hareketleri kolaylaştırılır, sonra da soğuma sırasında, yüksek gerilim uygulamasına geçilir.

Piezoelektrik uygulamalar için sayısız seramik türleri incelenmiştir. Bunlar arasında en çok kullanılanlar, *baryum titanat* ve *kurşun zirkonat titanat*tır. Bu malzemeler, kimyasal bileşimlerinin ve hazırlanma yöntemlerinin değiştirilmesiyle özellikler kazanan iki ayrı tür malzeme grubunun temelini oluştururlar.

Buraya kadar değinilmeyen özelliklerden biri de, *Curie sıcaklığı*dır. Curie sıcaklığının üstünde, elektretleri oluşturan bütün ikikutuplular rasgele bir diziliş kazandıklarından, piezoelektrik etkinlik bütünüyle yok olur. İşlem tersinirdir. Ancak, soğuma sırasında (Curie sıcaklığının altına) pollama yapılması gerekir. Söz konusu özellikten dolayı, maddenin Curie sıcaklığı, çalışma aralığını belirler. Curie sıcaklığı, kimyasal bileşime bağlıdır. Çok küçük değişikliklerden bile etkilenir. Baryum titanatın Curie sıcaklığı 110°C, kurşun zirkonat titanatınkiyse 300°C'ın üstündedir.

Uygulamalar: Mekanik ve elektrik enerjilerin birbirine dönüştürülmesini gerektiren her yerde piezoelektrik malzemeler kullanılır. Enerji türünü değiştiren bu aygıtlara (sözgelimi, mikrofon) «TRANSDÜKTÖR» adı verilir. İlke açısından piezoelektrik transdüktörler, motor ve üreteç gibi öteki mekanik dönüştürücülerle boy ölçüşebilirler. Ancak uygulamada, mekanik yer değiştirmeler ve üretilen elektrik miktarı, çok küçük değerlerle sınırlı kalmaktadır. Sesötesi bölgesinde yinelenen bir çalışma düzeni uygulandığında, 1 ile 10 beygirgücü arasında elektrik akımı üretilebilir. Çalışma frekansı yükseltildiğinde daha yararlı sonuçlar verdiklerinden, piezoelektrik malzemeler, ses alanında, özellikle sesötesi uygulamalarda başarıyla kullanılmaktadır.

Pikap kafaları: Piezoelektrik malzemelerin en yaygın kullanımlarından biri de pikap kafalarıdır. 1950 yıllarına kadar piyasada en çok tutulan billur, Rochelle tuzuydu. Rochelle tuzu sonradan yerini, baryum titanat ve kurşun zirkonat titanata bıraktı. Plak üstündeki kayıtta iğnenin yarattığı kuvvet, 1-5 gram arasında değişir ve buna uygun olarak elde edilen çıkış gerilimi, seramik malzeme için 0,1-0,5 V olur.

Sesötesi uygulamaları: Su ve öteki sıvılar içinde-

Bir bezelye tanesi kadar olan bu aygıtta, bir mikroelektrik entegre devre ile bir kuvars osilatörü vardır. (solda üstte) Billur, doğal frekansında titreşecek biçimde düzenlenmiştir.

Yüksek ısı ve basınç altında yapay yoldan kuvars billuru (SiO_2) üretimi. (solda altta) Kullanılan çözelti, su ve alkaliden oluşur.

ki ses dalgalarının algılanmasında ya da bunların üretilmesinde, piezoelektrik seramiklerin özel bir yeri vardır. Bunlar, 20-100 kHz aralığında çalışan sesötesi temizleyicilerde de kullanılırlar. Sesötesi aygıtlarda, titreşim yapan piezoelektrik maddeler, sıvı içinde boşluklar oluşturur. Bu boşluklar, bir yüzey tarafından emilmiş olan kir parçacıklarının sökülmesini sağlarlar. Sonar aygıtları da aynı frekans aralığında çalışır, hem verici, hem de alıcı görevi yaparlar. Herhangi bir cisimden yansıyıp geri dönen dalganın, gidip dönme için aldığı zaman, o cismin konumunu belirlemede kullanılır. Bu teknik, balık sürülerinin saptanmasında ve su derinliğinin ölçülmesinde çok yararlıdır (Bk. ASDİK YA DA SONAR; HİDROFON).

Sesötesi kesicilerde, kaynak makinalarında ve lehim aygıtlarında, düşük genlikli, yüksek güçlü hareketlere gereksinim vardır. Hem plastiklere, hem de metallere uygulanabilen kaynak makinaları geliştirilmiştir. Sesötesi dalgalar, tıpta da kullanılır. Beden dokularının dalgaları yansıtma zamanı ölçülerek, kemiklerdeki çatlaklar saptanabilir.

Yüksek gerilim kaynakları: Piezoelektrik değişmezlerinin incelenmesi sonucunda, 500 barlık bir basınç uygulamasıyla, santimetre başına 5-15 kV'luk gerilimlerin elde edilebileceği anlaşılmıştır. Bu tür aygıtlar, benzinli motorlarda bujileri çalıştırabilecek güçte elektrik üretebilirler. Ne var ki, sürekli basınç altında seramik öğeler kutuplaşma özelliklerini yitirdiklerinden, bu tür bir uygulama henüz gerçekleştirilememiştir. Piezoelektrik sistemin, manyetolu ve indüksiyon bobinli sistemlerden üstünlüğü, gerilim üretiminin, motorun hızına bağlı olmamasından kaynaklanır. Günümüzde mutfak ocaklarının, gazlı ısıtıcıların ve çakmakların ateşlenmesinde de piezoelektrikten yararlanılmaktadır. Bunlarda seramiğe basınç, ya yavaş yavaş ya da apansız uygulanır.

Yer değiştirme transdüktörleri: Elde edilen gerilme, sıkıştırma miktarıyla orantılı olduğundan, piezoelektrik yöntemle mesafe ölçümü yapılabilir. Kalp atışlarıyla ilgili peryodik basınç değişimini ölçmek için, kan damarlarına çok küçük transdüktörler yerleştirilmiştir. Nükleer reaktörlerdeki su kaynamasını algılamak için de, ses alıcı transdüktörler geliştirilmiştir.

Elektronik uygulamalar: Bilgisayarlarda, veriler işlenirken, sinyallerin belirli miktarda (sözgelimi 1 saniyeden başlayarak) geciktirilmesi gerekir. Uygun büyüklükte elementler kullanıldığında, katılar içinden geçen ses, sinyal gecikmeleri oluşturur. Seramik malzemeden geçen ses dalgası, bu malzemeyi bozulmaya uğratarak, yeni bir elektrik sinyalinin doğmasına yolaçar. Kurşun zirkonat titanat içinde sesin yayılma hızı, 2 500 m/san'dir. 30 MHz'lik frekans sağlamak için gerekli billur kalınlığı, 0,05 mm'dir.

Piezoelektrik billurlar, elektrik devrelerindeki çalışma frekansını saptama ve sınırlamada çok yararlı olurlar. Bu devrelerde, piezoelektrik billurun mekanik REZONANS frekansı, elektrik sinyalini etkiler. Özel rezonans frekanslarıyla elektrik enerjisi, önce esneme enerjisine, sonra da yeniden elektrik enerjisine dönüştürülür. Bu aygıtlar, radyo alıcı ve vericilerinde, orta frekanslar için filtre olarak kullanılırlar. Rezonans frekansında, seramik maddelerin kararlılığı zayıftır. Bu yüzden, kuvars saatlerindeki gibi yüksek duyarlılık istendiğinde, kuvars billurları kullanılır.

PİKAP

Sesi ilk kez kaydetmeyi, 1857 yılında, Léon Scott adlı bir Fransız başardı. Yaptığı «*fonotograf*» adlı aygıt, ses dalgalarının biçimini, üstü is kaplı bir silindire çizerdi. Fonotografın, ünlü kişilerin seslerini kaydederek, gelecek kuşaklara iletilmesini sağlayacağı söylendi; ama kaydedilen sesi çalma olanağı bulunmadığından, sistemden yararlanılamadı.

İlk kullanışlı kayıt aygıtını Thomas Alva EDİSON yaptı. Alınan sesi aynı zamanda çalabilen bu aygıta «*fonograf*» adı verildi. 1877 yılında Edison, pirinç silindir üstüne kalay yaprağı sardı ve bir yandan silindiri döndürürken bir yandan da ucunda bir iğne bulunan diyaframa doğru konuştuğu zaman, iğnenin kalay yaprağı üstünde izler açtığını gördü. Yapılan kaydın çalınması için ayrı bir iğne ile diyaframa gerek vardı. Ne var ki, kalay yaprağını çıkarıp bunun kopyalarını oluşturmak kolay değildi. 1885 yılında Alexander Graham BELL, balmumu üstüne kayıt yapmak için bir yöntem geliştirdi ve bu buluşuna «*grafofon*» adını verdi.

Almanya'da Scott'un buluşu üstünde çalışmalar yapan Emil Berliner, is üstündeki izlerden çalınabilir bir kayıt elde etmek için, fotoğraf yöntemiyle klişe çıkarmayı denedi. Klişenin silindir üstüne sarılıp sökülmesi güç olduğundan, dairesel levha üstüne kayıt yapmaya çalıştı (Bell de plakalarla deneyler yapmıştı). Hem fonografta, hem de grafofonda *iniş-çıkışlı* modülasyon yöntemi kullanılırdı; yani iğne, silindirin yüzeyine girip çıkardı. *Gramofon*u bulan Berliner, *yan kesim* ya da *iğne kesimi* yöntemini geliştirdi. Bunda, yivin derinliği değişmez oluyor, modülasyon yana doğru sapmalarla sağlanıyordu.

1894 yılında Berliner, New Jersey'de (A.B.D.) bir atölye sahibiyle ortak olarak, gramofon üretimine başladı. «Victor Konuşan Makina Şirketi» adıyla tanınan bu firma, sonradan RCA'nın (Radio Corporation of America) bir bölümünü oluşturdu. 1913 yılına kadar hem silindir, hem de levha biçimli plaklar yapıldı; plaklarda iniş-çıkışlı ve yan kesimli izlerin ikisi de kullanıldı. Kuşkusuz bunlar aynı pikapta çalınamıyordu; çalma hızları değişikti ve çoğunlukla iyi ayarlanamazdı. Sonunda, dakikada 78,26 devir yapan yan kesimli plak, standart olarak kabul edildi. Edison ise, fonografı olanlar için silindir yapımını 1929 yılına kadar sürdürdü. Günümüzde de pikaba hâlâ A.B.D'nde «fonograf», Avrupa'daysa «gramofon» denilmektedir.

Akustik pikaplar: Plaklar «*ses kutusu*» adı verilen, iğne ve diyaframdan oluşan bir düzenekle çalınır. ses, bir boru yardımıyla şiddetlendirilirdi. Pikap kolunun içi boştu ve kesiti, ses kutusundan boruya doğru gittikçe genişlerdi. Borunun en iyi sonuç veren kesin

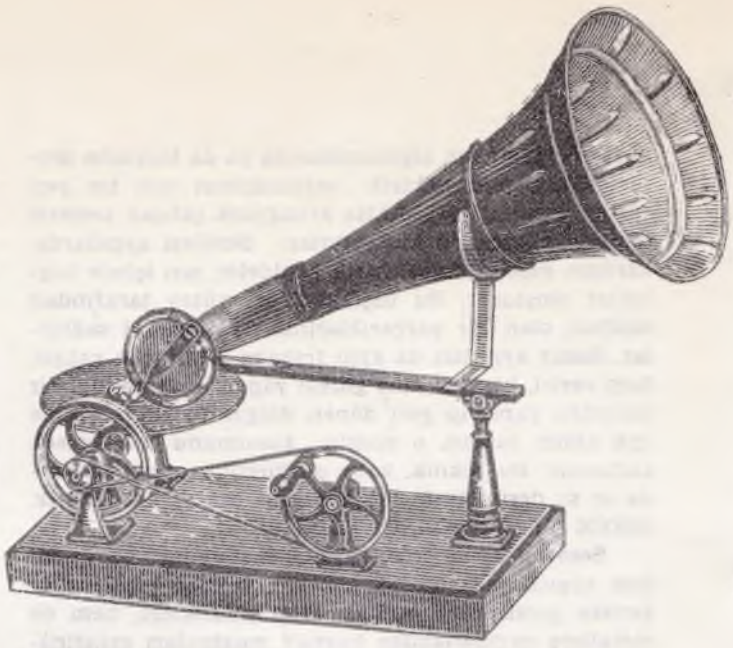
biçimini belirlemek ve daha uzun ya da kısa kollarla yüksek ses elde etmek için, çeşitli araştırmalar yapılmıştı. Ses, aygıtın kapağı kapatılarak ya da borunun içine bir tıkaç tıkanarak kısılırdı.

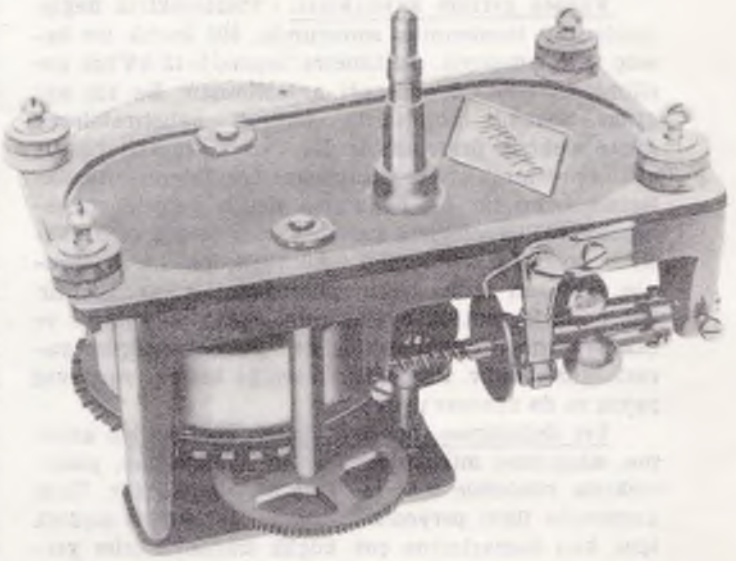
Edison'un ilk elektrik motoru uygulama denemelerinden sonra, zemberekli motorlar kullanılmaya başlandı. Plaklar gomalak ile karıştırılmış arduvaz tozundan yapıldı. Bu yüzden yivler kolay aşınıyor ve ses kutusu plağa 170 gr kadar ağırlıkla bastırdığından, her plaktan sonra iğnenin değiştirilmesi gerekiyordu. İğneler çelikten (bazen üstü krom kaplı olarak) yapılmaktaydı. Çeşitli dikenlerden ve bambudan yapılmış iğneler de denendi. Bu iğneler, daha yumuşak ses veriyor ve plağı daha az aşındırıyor, ama çok çabuk (çoğunlukla bir plak bile tamamlanmadan) körleşiyorlardı.

Elektrikli pikaplar: Radyo yayınları ve TELEFON hizmetleri için geliştirilen teknoloji yardımıyla, kayıt ve çalma işlemlerini elektriksel yöntemlerle yürütme amacıyla 1915 yılında başlayan araştırmalar, Birinci Dünya savaşı sırasında durakladı. Bununla birlikte, 1925 yılında plak şirketlerinin çoğu, kayıtları elektriksel yöntemlerle yapmaya başlamışlardı. Elektrikli pikaplar günden güne yaygınlaştı. Kayıt yöntemleri hızla değişti. Mikrofonlar, doğal koşullarda kayıt yapmayı olanaklı kıldı. Kayıt çalınırken, plağın yivindeki modülasyonlar *kafa* aracılığıyla elektriksel sinyallere dönüştürülmeye ve bunlar, bir elektronik YÜKSELTİCİ yardımıyla HOPARLÖR'e iletilmeye başlandı.

Pikap kafaları: İlk pikap kafaları magnetikti. İğne, *armatür* adı verilen bir çelik parçasına bağlanır, armatürün titreşimleri bir magnetik alanı uyararak, bobinden akım geçmesini sağlardı. Plaktaki yivin yana doğru hareketini sınırlama amacıyla, kayıt işlemi sırasında alçak frekansların zayıflatılması gerekir, bu frekanslar kafa kütlesinin iğne hareketine karşı koyan dirençle rezonansı sonucu, çalma sırasında yeniden yükseltilirdi.

1930 yıllarında PİEZOELEKTRİK MALZEMELER kullanılmaya başlandı. İğneye Rochelle tuzu gibi bir billur dilimi bağlandı (piezoelektrik malzemelerde, bu maddeyi eğen ya da buran kuvvet, elektrik gerilimine





Berliner'in «gramofon» ya da «konuşan makina»sı. (sağda üstte) 1891'de yapılan model, modern pikapların öncüsüydü.

1919 model zemberekli gramofon. (sağda ortada) Merkezkaç regülatör, resmin sağında görülmektedir. Metal bantlara bağlı olan ağırlıklar, motorun hızına göre gittikçe açılarak, hız yükselmesiyle artan bir yavaşlatıcı etki oluştururlar. Bu tür regülatörler, eski pikapların motorlarında da bulunurdu; ama plaklar ve kafalar geliştikçe, mekanik gürültüyü azaltmak için motorlar daha gelişmiş yöntemlere göre yapılmaya başlandı.

1905 yılında bir gramofon fabrikasının deney bölümü. (sağda altta)

çevrilir). İlk billurlu kafalar, ilkel magnetik türlerden çok daha verimliydi ve daha yüksek çıkış veriyorlardı. Ne var ki, Rochelle tuzu suda çözülüyor, sıcak iklimde de eriyordu. Daha sonra seramik kafalar geliştirildi. Bunlar piezoelektrik özellikleri nedeniyle, günümüzde bile ucuz pikaplarda kullanılmaktadır.

Magnetik kafaların geliştirilmesi sürdü. İlk hafif kafa, 1939 yılında Almanya'da yapıldı. Bu kafanın kütlesi iyice hafifletilmiş, plağa yaptığı basınç yaklaşık 30 grama indirilmişti. İğne ucunun değerli bir taş ya da metalden yapılmasıyla, yüzlerce plak çalması sağlanmıştı. Böylece, yükselticiye iletilen sinyalin niteliği de yükseldi ve alçak frekanslar, yükselticinin içinde bulunan bir devre aracılığıyla *dengelendi*. Bu hafif kafanın çıkışında oluşan sinyal, eskisinden daha nitelikli, ama çok daha zayıftı. Bu yüzden, bir *ön yükseltici* kullanma gereği doğdu ve bu parça yükselticinin içine takılmaya başlandı.

Modern plaklar: 1930'larda A.B.D'nde RCA, 78'lik plakla aynı maddeden yapılmış ve aynı yiv derinliğinde olan, ama dakikada 33 1/3 devir hızla dönen bir uzunçalar yaptı. Ne var ki, öteki etmenler geliştirilmeden daha yavaş hız kullanmak yüzey gürültülerini artırdığından, plak başarıya ulaşamadı.

İkinci Dünya savaşından sonra, termoplastik maddeler konusundaki araştırmalar ve alıcıların önemli ölçüde gelişmesi, yeni plak türlerinin yapılmasına olanak sağladı. 1948'de A.B.D'nde CBS, polivinil klorürden (PVC) yapılmış, *mikroyivli* yeni bir uzunçalar geliştirdi. RCA ise, çapı 16,5 cm olan ve ortasında büyük bir delik bulunan 45 devir/dakikalık plak ile özel olarak bu plağı çalacak biçimde hazırlanmış otomatik bir pikaptan oluşan, bütünüyle yeni bir sistem ortaya attı. 1950 yıllarında «hızlar arasındaki savaş», 78'lik plakların ikinci plana itilerek daha az kullanılmasına ve sevilen parçaların 45'lik plaklara kaydedilmesine yolaçtı.

PLAK ÜRETİMİ'nde nitelik denetimi uygulanması sonucu, plak yüzeyinde oluşan gürültüler bütünüyle önlendi. Günümüzde kullanılan magnetik kafalar, plağa iki gramdan daha az bir ağırlıkla bastırırlar. Bu, geçmişteki çalma ağırlıklarının neredeyse yüzde biridir. CBS, 1950 yıllarında değişken yükseklikli plakları çıkarınca, yivlerin birbirine daha yakın açılmasına elveren bir yöntemle, 30 cm'lik 33 1/3 devirli plakların bir yüzünün çalma süresi, otuz dakikayı aştı. Bu-

---

Borusu doğrudan doğruya diyaframa bağlı olan taşınabilir pikap. (solda üstte) Tabla üstünde iğne çeşitleri görülmektedir.

1932 yılında yapılan ilk otomatik İngiliz pikabı. (solda ortada) Pikap hızı, plaklara göre, gerektiği zaman belirli sınırlar içinde ayarlanabiliyordu. Arkada görülen kıvrık kol, plak dizisinin kenarına yaslanıyor ve son plağın çalınışını saptıyordu.

HMV 12 tipi pikap kolu. (solda altta) Resimde, eski pikaplardaki mıknatısın büyüklüğü görülmektedir.

na karşılık, 78'lik plaklar için aynı süre 4 dakikaydı.

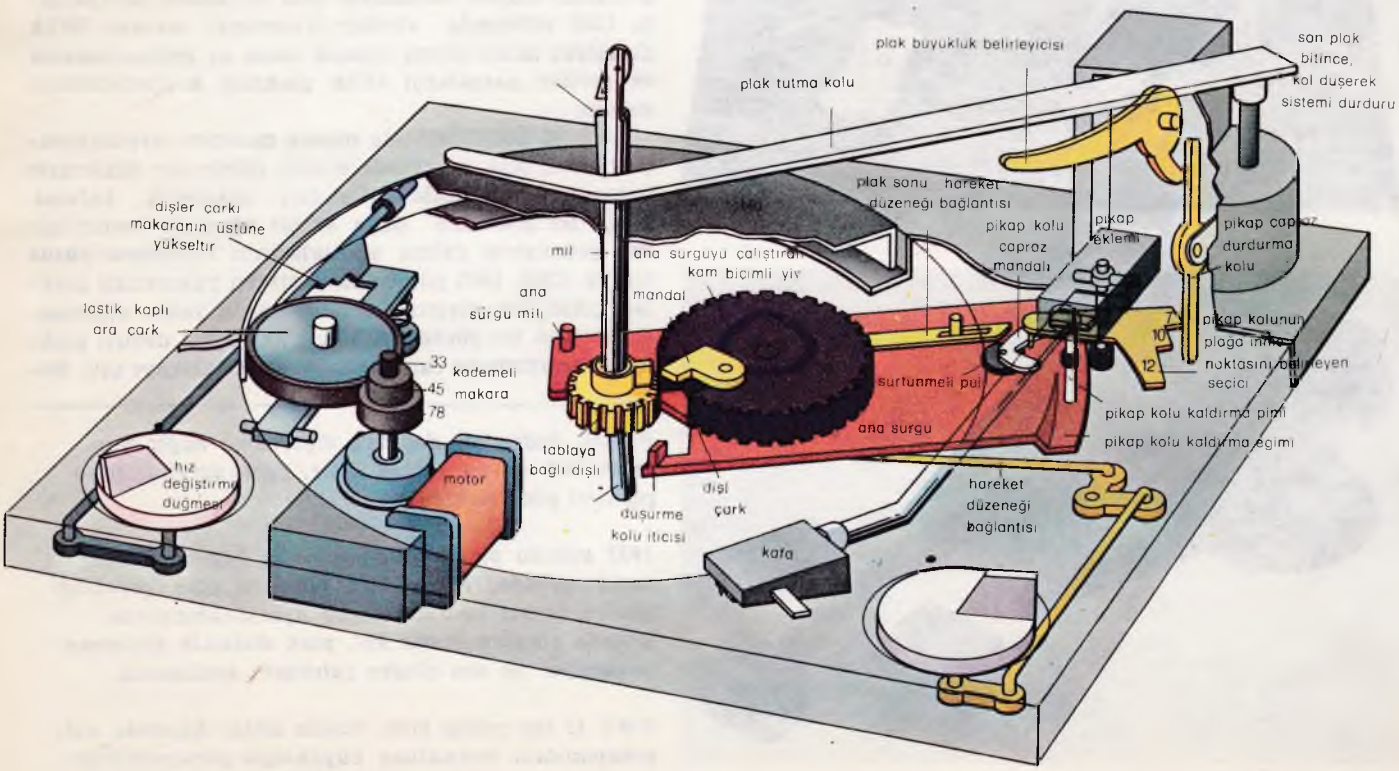
Otomatik pikaplar: Uzun bir parça, kısa süreli 78'lik plaklarda birçok plağı kapladığından ve bunları çok sık değiştirip ters çevirmek gerektiğinden, plakları kendiliğinden değiştiren otomatik pikaplar geliştirildi.

İlk başarılı otomatik pikabı E.W. Mortimer yapmıştır. Bu sistemde, plağın sonuna, «*çıkış çizgisi*» denilen geniş bir sarmal yiv açılır. Kafa bu yive girdiği zaman, kola bağlı bir başka çubuk, pikabın altındaki mili harekete geçiren sisteme kenetlenir. Üstünde dişliler bulunan mil, birkaç derece döner ve tablayı çeviren eksen üstündeki dişlilere bağlanır. Mil, kendi çevresinde bir tur dönerken, çeşitli düzenekleri harekete geçirerek, kolun, plağın üstünden kalkmasını, yerine dönmesini, plak değiştirme sisteminin çalışmasını ve kolun bir sonraki plağın ilk çizgisine yerleşmesini sağlar.

İlk otomatik plak değiştirme mekanizması, üst üste yerleştirilen plakları iki yandan tutan çubuklara bağlı kanat ya da uzantılardan oluşuyordu. Plak değiştirme işlemi sırasında, çubuklar birkaç derece dönüyor, alttaki uzantılar plakların arasına giriyor, en alttaki plak ötekilerden ayrılıp dönen diskin üstüne düşüyordu.

İtici platform, aynı amaçla kullanılan daha gelişmiş bir sistemdi. Bu sistemde plakların kenarları platformun üstüne yerleşiyordu. Üstüne plakların geçirildiği çubuk, eğimli ve bir plağın kalınlığına ayarlı dişler içerecek biçimde yapılmaktaydı. Platform en alttaki plağı bu dişin dışına doğru itiyordu. Daha sonra itici mekanizma, çubuğun üstüne yerleştirildi. Günümüzde kullanılan otomatik pikapların çoğunda, eksende bulunan bir metal parça, en alttaki plağı dişin dışına doğru iterken, bir dengeleme kolu da, plakların hareket etmemesini sağlar. Son plak da düştükten sonra, dengeleme kolu en düşük konumuna geleceğinden, bu plak bittiği zaman pikap otomatik olarak durur.

Otomatik pikabın yalınlaştırılmış çizimi. (altta) Devir sayısı, çevresi lastik kaplı bir çarkın, motor makarası üstündeki farklı çaplara yerleşmesiyle ayarlanır. Plağı tabla üstüne düşüren düzenek, tablaya bağlı küçük bir dişlinin bir başka büyük dişliyi çevirmesiyle çalışır. Büyük dişli, bir süre döndükten sonra, dişliler arasında yeralan boşluk yüzünden durur. Büyük dişlinin üstünde bulunan çıkıntı, küçük dişli üstündeki bir başka çıkıntıya takılarak onu harekete geçirir. Sistem elle ya da pikap kolunun hareketi sonunda çapraz bir çubuğun bu düzeneği itmesiyle çalışır. Büyük dişli, yivli bir mil aracılığıyla ana sürgüyü, sürgü de üstündeki yuvaya giren bir pim yardımıyla pikap kolunu kaldırır. Ardından, plak tabla üstüne düşünce, çapraz çubuk, pikap kolunu plağa döndürür. Plak, büyüklüğüne göre, büyüklük ölçen kolu, ya bütünüyle ya da yarısına kadar iter. Böylece durdurma kolu, pikap kolunu gerektiği yerde durdurmak için öngörülen üç yerden birine gelir. Sürtünmeli bir pul, bir debriyaj gibi görev yapar. Sürgü yerine dönerken pikap kolunu, plağın üstüne indirir.



Günümüzde pikap yapımı çok gelişmiştir. Ama otomatik plak değiştiriciler, hâlâ plaklar için zararlı olmaktadır. Bu yüzden, plakların daha uzun süreli olmaları da göz önüne alınarak, genellikle tek plak çalan pikaplar yeğlenmektedir (Bk. Hİ-Fİ SİSTEMLER).

Motorlar ve hareket iletimi: Pikapları çalıştırmak için kullanılan ilk motorlarda, merkezkaç regülatörlerden ve sonsuz vidalardan yararlanıldı. İkinci Dünya savaşından sonra pikabı, lastikten yapılmış bir *ara disk* ya da *kasnak*la döndürme yöntemi gelişti. Bu disk, motor mili üstünde yeralan dişsiz makarayla çevrilmekteydi. Dönen diskin motor gürültüsünden yeterli ölçüde yalıtılmasını sağlayan söz konusu sistem, günümüzde de ucuz pikaplarda kullanılmaktadır.

Yeni üstün nitelikli plak ve kafalar, motorun plaktan daha çok yalıtılmasını gerektirir. En yaygın uygulanan yöntem, *kayışla tahrik* yöntemidir. Bu yöntemde motora bağlı bir kayış bir makarayı, makaraya bağlanan yumuşak bir lastik bant da, alttan çevresine geçtiği diski döndürür. Tek plak çalacak biçimde yapılan pikaplarda, bu sistem kullanılır.

Hem alışılmış pikaplarda, hem de daha nitelikli sistemlerde kullanılan bir başka motor türü de, örtülü kutuplu indüksiyon motorudur. Motorun hızı, şebeke geriliminin frekansına ve yüke bağlı olduğundan, disk, hızının değişken olmaması için ağır yapılır. Bazı sistemlerde de, şebeke frekansına kilitlenen *senkron* motorlar vardır. Bunlarda dönme hızının değişken olmaması, şebeke frekansının değişmemesine bağlıdır. Son yıllarda piyasaya çıkan doğrudan iletimli modellerde, dönen disk, doğrudan motor mili üstüne takılır. Bu tür sistemlerde motor gürültüsü ile titreşimlerden yalıtım, ancak, oldukça pahalı olan ileri düzeyde mühendislik uygulamalarıyla sağlanır.

Stereo: Çok kanallı kayıt konusundaki araştırmalar, İkinci Dünya savaşından önce başlamıştı. Başlangıçta, yanal ve dikey kesimleri aynı yiv içinde birleştirerek, iki kanallı kayıt oluşturma düşüncesi üstünde duruldu. Ama bu yöntemle hazırlanan plakların, alışılmış çalma araçları ve mono kayıtlar ile uyuşması için, stereo kayıt niteliğinin düşük tutulması gerekecekti. Sonunda 45/45 tekniğini benimseyen plak üretim şirketleri, 1950'lerin sonlarına doğru yivin (plağın yüzeyine dik bir eksene göre 45 derece, birbirlerineyse 90 derece açıyla kesilen) her kenarında yatay kesilmiş ayrı bir sinyalin yeraldığı plaklar yapmaya başladılar. Stereo pikap, gerçekte, birleştirilmiş iki magnetik (ya da seramik) kafadan oluşur. Stereo yönteminin gelişmesi, kafanın plağa yaptığı basıncın daha da azaltılmasını sağlamış, iğnenin ucunun yarıçapı küçülmüş, sistem daha güvenilir hale gelmiştir.

1970'lerdeyse plak endüstrisi, stereodan daha nitelikli olduğu ileri sürülen ve kayıt stüdyosu içindeki ses dağılımını olduğu gibi yansıtan kuadrofonik (dört kanallı) kayıt yöntemini piyasaya çıkarmıştır.

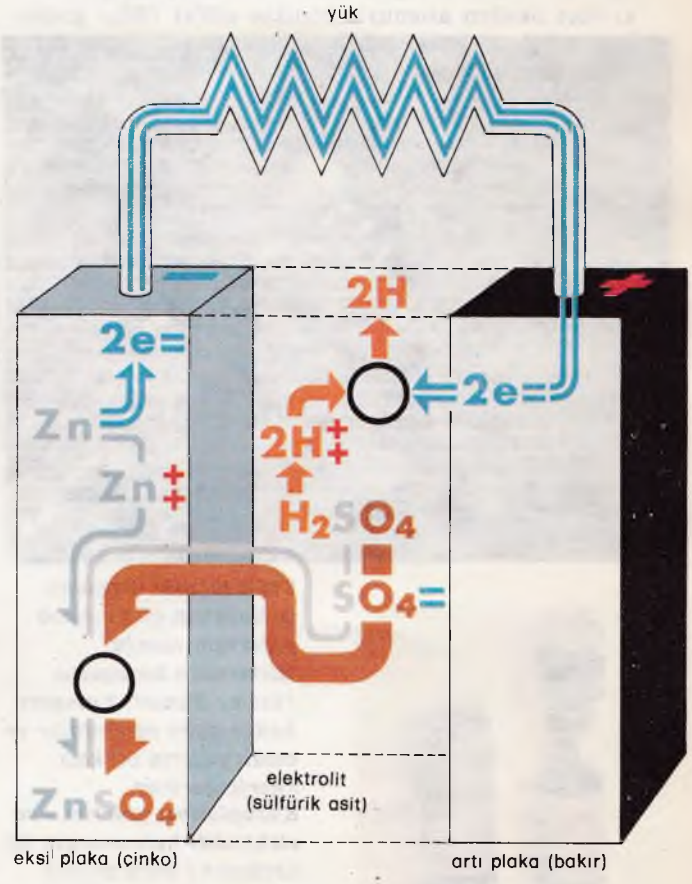
PİL (elektrik)

Pillerin çoğunda (atom pilleri gibi birkaç örnek dışında), kimyasal tepkime yoluyla elektrik enerjisi oluşturulur. Elektrik pilleri iki türe ayrılır: Birincil: ikincil. Birincil tiptekilere «kuru» pil denir. Bunları yeniden şarj edebilme olanağı yoktur. İkincil pillerse, şarj edilebilir (Bk. AKÜMÜLATÖR).

En yaygın pil, kuru, yani şarj edilemeyen türdür. Bunlar cep fenerlerinde, transistörlü radyolarda, teyplerde, alarm aygıtlarında, işitme aygıtlarında, vb. kullanılırlar. Apollo aracında, Ay'dan TV yayını yapmak için, hem birincil (kuru), hem de ikincil (akümülatör) pillerden yararlanılmıştır.

Birden çok pilin birbirine bağlanmasıyla oluşan sistemlere, «batarya» adı verilir. Birçok pil bir araya bağlandığında, her pilin gerilimi ötekilere eklenir ve sonuçta, gereken düzeyde gerilim elde edilir.

Günümüzde, cıva-kadmiyum pilleriyle 0,9 V, lityum pilleriyle de 2,8 V üretilmektedir. Ama yaygın olarak kullanılan pillerin gerilimi, 1,2 V - 1,6 V arasındadır. Çağımızda güç kaynağı görevini üstlenecek her türden pil yapılabilmektedir. Bunların çevre koşullarına uyacak biçimde, sözgelimi tropikal bölgelerde sıcağa, kutup bölgelerinde soğuğa dayanacak biçimde yapılmaları gerekir. Ayrıca, sarsıntıdan bozul-



Bir pildeki temel tepkimeler. (üstte) Uygulamada artı plaka, burada olduğu gibi ayrı olmayıp, kutuplanma gidericinin içine grafit tozu halinde boydan boya dağıtılmıştır. Karbon çubuk akımı iletir, ama tepkimeye katılmaz.

mamaları, düşme ve çarpmalara karşı dayanıklı olmaları önemlidir. Pillerin, herhangi bir sızıntıya yolaçmayacak biçimde yalıtılması da zorunludur.

Elektrik üretimi: Yalın pil, metal ya da karbondan yapılmış iki iletken *plaka* ile «*elektrolit*» adı verilen bir çözeltiden oluşur. Elektrolit olarak hiç bir zaman arı su kullanılmaz. İyi bir yalıtkan olan arı su, elektrik akımını durdurur. İçine belirli kimyasal maddeler karıştırılmış su, metal kadar olmasa bile, iletken hale dönüşür. Bu işe uygun kimyasal maddeler üç gruba ayrılır: Asitler (sülfürik asit gibi); bazlar ya da alkaliler (kostik soda gibi); asit ve baz etkileşiminden oluşan tuzlar.

Söz konusu kimyasal maddelerden biri suda çözündüğünde, molekülleri parçalanır ve elektrik bakımından yüklü iyonlar ortaya çıkar. Buna iyi bir örnek, sülfürik asittir (H_2SO_4). Sülfürik asit molekülleri, iki hidrojen atomu, bir kükürt atomu ve dört oksijen atomunun birleşmesinden oluşmuştur. Suda çözünen moleküller üç parçaya ayrılırlar. İki hidrojen atomu ayrılır ve süreç sırasında her iki atom da birer ELEKTRON yitirip, artı yüklü hidrojen iyonuna dönüşürler (H^+ biçiminde gösterilir). Kükürt atomuysa, öteki dört oksijen atomuyla birlikte sülfat (SO_4) grubunu oluşturur ve hidrojenlerin yitirdiği elektronları kazanarak, eksi yüklü hale geçer (SO_4^{--} biçiminde gösterilir).

Tepkime için havadan yararlanan çinko-hava pillerinin montaj işleminden bir aşama. (üstte) Bunlar, 2 ampere kadar akım verebilirler ve cıvalı pillerin iki katı enerji içerirler. Kutuplanma giderici ve elektroliti bulunmayan bir Leclanché kuru pilinin parçaları. (solda) Dış kap, sızıntıyı önleyen bir çelik silindirdir. Onun altında yeralan karton silindir, çeliğin çinkoya değmesini önler.

Biri çinkodan, öteki bakır ya da karbondan yapılmış iki *elektrot*, sülfürik asitli elektrolite daldırılıp, dışarda kalan uçları arasına bir küçük ampul bağlanırsa, geçen akım ampulü yakar. Bu etki, elektrot olarak seçilen malzemeden birinin, ötekine göre elektrik bakımından artı değerde olmasından kaynaklanır. İki elektrot birbirine bağlandığı zaman, pilin kimyasal dengesi bozulur ve kimyasal tepkime başlar. Bu koşullar altında her çinko atomu, iki elektronunu serbest bırakır. Serbest kalan elektronlar, dış devreden dolaşıp elektrik akımını oluştururlar. Geride kalan artı yüklü çinko atomları, elektrolit içinde çözülür ve her biri, eksi yüklü sülfat iyonlarından biriyle birleşir. Sonuç olarak ortaya, yansız çinko sülfat molekülleri çıkar. Çinko atomundan çıkan iki elektron, dış devreden dolaşarak öteki elektroda ulaşır ve orada, elektrolitten gelen artı yüklü hidrojen atomlarıyla birleşip onları yüksüz hale getirirler. Daha sonra, yüksüz iki hidrojen atomu birleşerek, bir hidrojen gazı molekülü oluşturur. Bu da, bir gaz kabarcığı halinde açığa çıkar.

Kuramsal bakımdan, eksi elektrottaki (*katot*) bütün çinko tükenene kadar, tepkimenin sürmesi gerekir. Ne var ki, yalın pilde hidrojen kabarcıkları, bakır ya da karbon elektrot (*anot*) çevresinde ince bir tabaka oluşturmaya başlar. Hidrojenin elektrik direnci elektrolitinkinden yüksek olduğundan, pilin iç direnci artar. Dolayısıyle, dış devreden geçen akım azalır. Aynı zamanda, hidrojen ve çinko arasında bir gerilim farkı oluşur. Bu gerilim çinko ile bakır ya da karbon arasındaki ana gerilime karşıt yöndedir. Sonuçta, toplam gerilim ve akım daha da azalır.

Dış devre açılırsa (bağlantı kesilirse), hidrojen kabarcıkları bir süre sonra yok olur ve pil yeniden kullanılır hale gelir. Ne var ki, hidrojen kabarcıkları bir süre sonra yeniden ortaya çıkacaktır. Günümüzün pillerinde, *kutuplanma* denilen bu etkiyi en aza indirmek için, artı elektrodun çevresi kutuplanmayı giderici bir maddeyle çevrilir. Bu madde, ya hidrojenle tepkimeye girerek su oluşturur ya da dış devreden gelen elektronları (hidrojen yerine) alır.

Leclanché pili: El feneri ve zil gibi aygıtlarda kullanılan kuru piller, Leclanché pilinin değişik tipleridir. Bunlarda sıvı elektrolit yerine, yarı katı elektrolitler kullanılır. Leclanché pilinin elektrolitiyse, kuvvetli bir amonyum klorür çözeltisidir (yani sıvıdır). Eksi elektrot olarak, çinko plakası kullanılır. Karbon çubuk, içinde karbon tozları ve manganez oksit bulunan gözenekli yapıdaki bir yuva içine yerleştirilmiştir. Hücrenin artı elektrodunu ve kutuplanma gidericiyi bunlar oluşturur. Günümüzün kuru Leclanché pillerinde de buna benzer maddeler kullanılır; ama elektrolit tam anlamıyla kuru değil, nemli jöle kıvamındadır.

*Yerel etkiler*i önlemek için cıva klorür eklenir. Yerel etkiler, çinko atomları ile karbon atomları ve çinko içinde bulunabilecek demir atomları arasında

oluşan kimyasal tepkimeler sonucu ortaya çıkar. Bu tepkimeler, amalgamlama yoluyla önlenir. Cıva, çinko ile bir bileşik oluşturarak, çinko atomlarının demir atomlarıyla tepkimeye girmesini önler. Elektrolit içine potasyum dikromat da katılır. Bu madde, çinkodaki aşınmayı önleyerek, pilin bozulmadan uzun süre çalışabilmesini sağlar.

Silindir biçimli Leclanché pillerinde çinko elektrot, pilin dış kılıfını da oluşturur. Artı elektrotsa bir grafit çubuktur, çevresinde grafit tozu ve manganez dioksit karışımından oluşan kutuplanma giderici bulunur.

Kuru piller ya tek tek ya da (yüksek gerilim gerektiğinde) ikili, üçlü, vb. gruplar halinde kullanılırlar. Buna «seri bağlama» denir. Bir pilin artı elektrodu, öteki pilin eksi elektroduna bağlanır. Yüksek gerilim bataryalarında, altmış ya da daha çok sayıda pil, seri bağlanır. Ne var ki, bunlar, ağır ve hantal bir sistem oluştururlar. Daha hafif ve sağlam bir sistem elde etmek için, yassı ya da tabakalı piller yeğlenir. Bu sistemlerde, ince tabakalar halindeki artı ve eksi elektrotlar arasına, elektrolit ve kutuplanma giderici yerleştirilir.

Öteki bataryalar: Leclanché pilinde hidrojen, kutuplanma gidericinin kolayca önleyemeyeceği bir hızla oluştuğundan, akım apansızın düşebilir. Bu nedenle Leclanché pilleri daha çok, kısa süreli işlere uygundur. Değişmez akım ve gerilim gerektiğinde, cıvalı piller kullanılır. Bunlar, özellikle işitme aygıtlarında yararlı olurlar. Cıvalı (daha doğrusu, çinko-cıva oksitli) pillerde, elektrolit olarak potasyum hidroksit kullanılır. Leclanché pilinde olduğu gibi, eksi elektrot çinkodur, artı elektrot ve kutuplanma gidericiyse, sırasıyla grafit ve cıva oksitten oluşur.

PİLOTSUZ UÇAK

Pilotsuz uçak, güdümlü füze gibi, içinde insan bulunmayan bir hava aracıdır. Ya uzaktan denetimle ya da üstünde bulunan önceden ayarlanmış aygıtlarla yönetilir. Güdümlü füzelerin tersine, pilotsuz uçakların çoğu, bir görevden sonra yere indirilip yeniden kullanılabilecek biçimde yapılır.

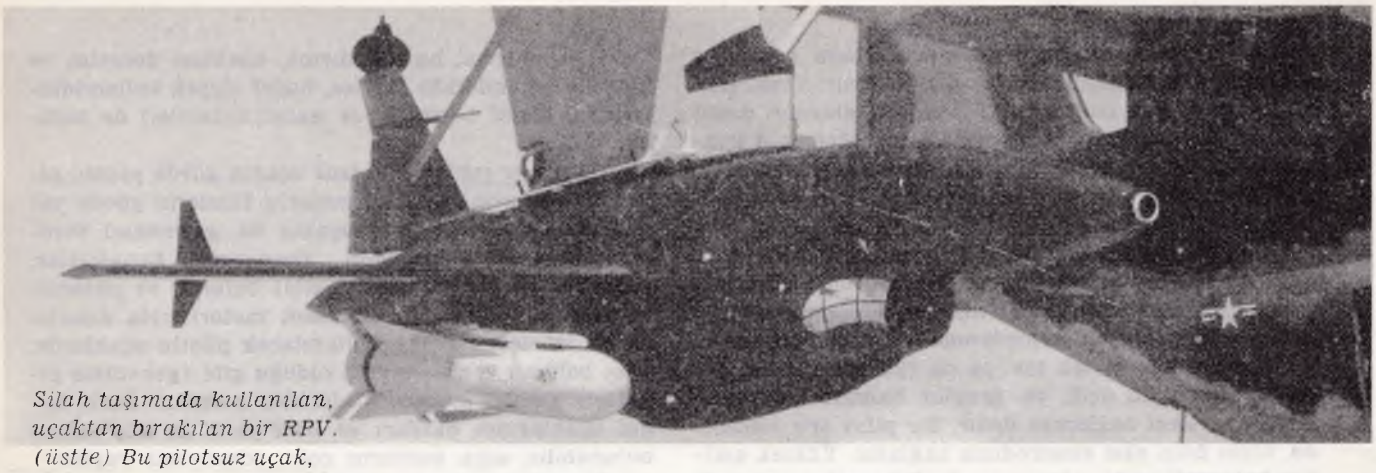
Havacılık tarihinde insan eli değmeden uçurulan ilk uçak, Lawrence Sperry tarafından yapılmış bir cayroskopik dengeleme düzeneğiyle uçan, A.B.D. Deniz Kuvvetleri'nin *Curtiss* deniz uçağıydı. Bu uçuş 1913'te gerçekleştirildi. Sperry'nin geliştirdiği aygıt, sonradan kullanılan otomatik pilotların da temelini oluşturdu. Pilotsuz uçaklar, genellikle av uçakları ve uçaksavar silahları için hedef görevi yaparlar. Bunlardan bazıları, uçak büyüklüğündedir ve uzaktan denetlenirler. Ama çoğu küçüktür ve yalnızca hedef görevi yapma amacıyla üretilirler. Pilotsuz uçaklar genellikle *hava hedefleri* olarak kullanılırlar. Bu arada, «*uzaktan denetimli araçlar*» (RPV) diye tanımlanan bir başka tür pilotsuz uçakların da üretimi artmaktadır.

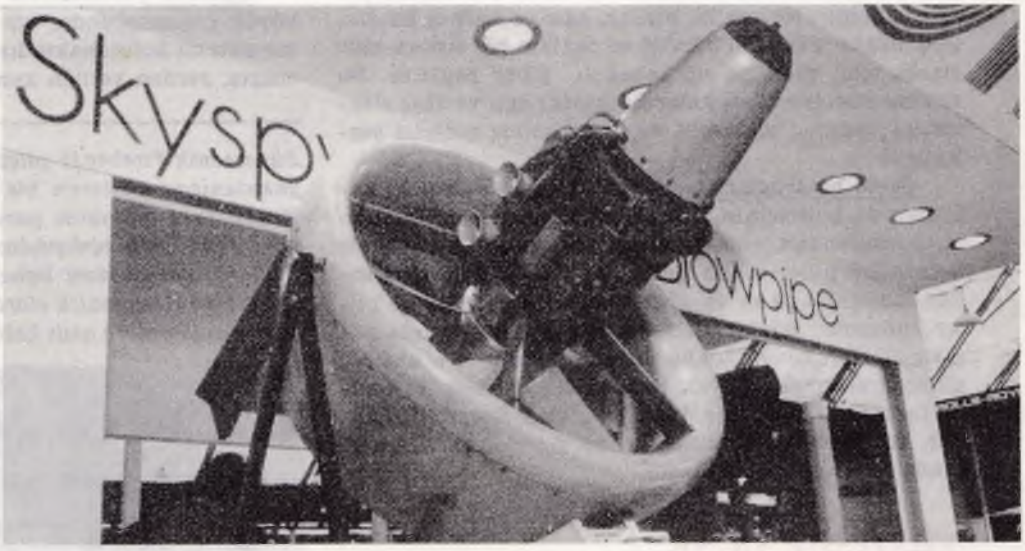
Pilotsuz uçak, füzelerde olduğu gibi, gövde, motor, denetim, komuta ve yönlendirme sistemlerinden oluşur. Çalışmalar sırasında bu sistemlere yardımcı olan öteki sistemlerse, havalandırma, uzaktan denetim ve indirme sistemleridir. Ayrıca, hedef olarak kullanıldıklarında, hedef büyütme ve isabet sistemleri de bulunur.

Gövde ve motor: Pilotsuz uçağın gövde yapısı, pilotlu UÇAK'ların ya da jet motorlu füzelerin gövde yapılarına benzer. Pilotsuz uçakta da, geleneksel aerodinamik komuta yüzeyleri (kanatlar, kanatçıklar, yükseklik ve yön dümenleri gibi) bulunur ve pistonlu, türbojet, türboprop ya da roket motorlarıyla donatılır. Hedef uçağı olarak kullanılacak pilotlu uçaklarda, pilot bölümü ve iniş takımı olduğu gibi (genellikle pilot için gerekli aygıtlarla birlikte) korunur. Öteki hedef uçaklarının bazıları ve RPV'lerde de iniş takımı bulunabilir, ama bunların çoğu tekerleksiz yapılır.

Komuta yönlendirme sistemi: Pilotsuz uçakların büyük çoğunluğunda, bir RADYO komuta yönlendirme sistemi bulunmaktadır. Bu sistem, kendi radyo alıcısıyla, yerden verilen komuta sinyallerini alır, uçağın

Süpersonik Firebee II pilotsuz uçağının havada yakalanışını gösteren bir dizi resim. (altta) Kuyruktaki otomatik paraşüt sistemi çalışır ve ana paraşütün tam açılışından sonra helikopter yaklaşıp, bağlantı paraşütünü kancayla yakalar. Daha sonra, ana paraşüt otomatik olarak ayrılmakta ve pilotsuz uçak, helikoptere asılı kalmaktadır.





Silah taşımada kullanılan, uçaktan bırakılan bir RPV. (üstte) Bu pilotsuz uçak, bir Maverick füzesi taşıyan ve DC-103E taşıyıcı uçağın kanat altı pilonlarından bırakılan bir Teledyne Ryan BGM-34A RPV'sidir. Bir Short Skyspy uzaktan denetimli gözetleme aracı. (sağda) Pistonlu bir motorla uçan bu pilotsuz uçak, dikine kalkıştan sonra düz uçuşla hedefe gitmekte ve orada bir süre havada kalıp, ya fotoğraf çekmekte ya da TV görüntülerini ve öteki bilgileri yer denetim merkezine göndermektedir. Bu tip pilotsuz uçak, füzelerin hedeflere yöneltilmesinde de kullanılır.

yönetimi için gerekli komutlara çevirir ve havadaki hareketleri sağlar.

Hedef uçakları küçük olduğundan, üstlerinden yansıyan RADAR dalgaları, radar izlemesini engelleyecek kadar küçük olur. Radar izlemesinin sağlanması için, pilotsuz uçağa takılan bir radar vericisi, aldığı sinyalleri yükseltir ve belirli bir çıkış gücünde, VURU KOD MODÜLASYONU sinyalleri gönderir.

Pilotsuz uçakta bulunan bir TELEMETRİ donanımıysa, yerden denetim yapan operatöre, verdiği komutların yerine getirilip getirilmediği konusunda bilgi verir. Aynı sistem, operatöre, pilotsuz uçağın yakıtı, yüksekliği ve hızı gibi konularda da bilgi gönderir ve onun, daha sonraki hareketler için planlama yapabilmesini sağlar.

Havalandırma sistemi: Hedef uçakları ve RPV'ler, yer ya da gemi atış rampalarından havalandırılır ya da bir taşıyıcı uçaktan bırakılırlar. Yer atıcısı, genellikle kısa raylı, hareketsiz ya da hareketli bir atış rampasıdır. Pilotsuz uçak buradan, yukarı doğru bir açıyla, ya kendi motoruyla ya da bir J.A.T.O'yla(jet yardımlı kalkış) fırlatılır. Jato tüpü, birkaç saniyelik bir yanıştan sonra yakıtının bitmesiyle görevini tamamlar ve atılır. Havadan bırakmalarda, hedef uçakları ve RPV'ler, taşıyıcı uçağın kanatları altında bulunan pilona asılırlar. Burada da, yer atışında olduğu gibi, uçuş öncesi denetimleri yapılır ve hedef uçağının motoru, atıştan önce uçağa çekilen bağlantılarla ateşlenir. Bu tür atışlarda ayrıca, bir itici motora gereksinme duyulmaz. Hedef uçağı, pilondan bırakılıp, birkaç saniye sonra devreye giren uzaktan denetimle yönetilir. Pilotlu uçaklardan uyarlanmış hedef uçaklarında ve büyük RPV'lerde, normal pist kalkış-inişleri için iniş takımları vardır.

Uzaktan denetim sistemi: Pilotsuz uçakların uzaktan komuta sistemi şu bölümlerden oluşur: Bir radyo komuta yönlendirme sisteminin vericisi; uçuş ve öteki komutların pilotsuz uçağa verildiği bir denetim kutusu; uçağın uçuş başını ve konumunu bulmada kullanılan bir radar izleme birimi; pilotsuz uçaktan gelen bilgilerin alınıp değerlendirilmesini sağlayan alıcı donanım. Bu sistem, bir yer istasyonunda, bir gemide ya da taşıyıcı uçakta bulunabilir.

İndirme sistemi: Görev sonunda yere iniş için, iniş takımı olmayan pilotsuz uçaklarda, ya otomatik ya da yerden denetimli PARAŞÜT'lü indirme sistemi

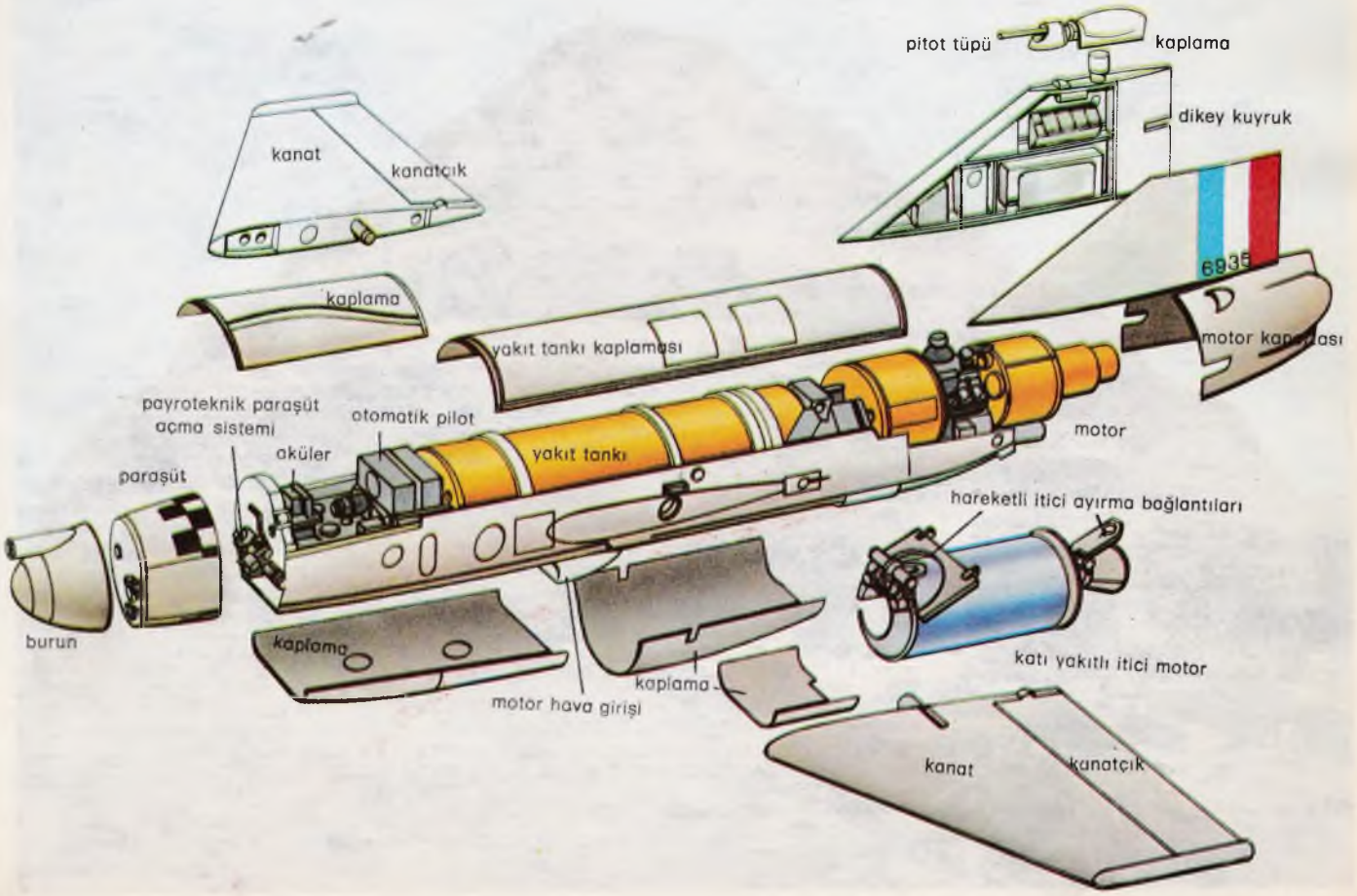
bulunur. Ana paraşüt, bir kılavuz paraşüt yardımıyla açılıp, uçağı, yere ya da su üstüne indirir. Pilotsuz uçağa, yere inişte şoku azaltan ve suda yüzmesini sağlayan hava yastıkları takılır. Bununla birlikte, en yaygın indirme sistemi, helikopterli sistemdir. Bu sistemde, pilotsuz uçağa bağlı bir kablo, ana paraşütün üstünden, daha küçük olan yakalama paraşütüne doğru uzanır. Helikopterden uzatılan bir kanca, bu paraşütü yakalar ve helikopter, pilotsuz uçağın ağırlığını çekecek biçimde dengelendikten sonra, ana paraşüt otomatik olarak bırakılır. Böylece helikopter, uçağı askıya alıp üssüne döner. Komut veren radyo sinyali yitirilir ya da belirli bir süre için kesilirse, bir güvenlik donanımı, paraşüt sistemini otomatik olarak çalıştırır.

Hedef büyütme sistemi: Hedef uçağı, normal uçaktan küçüktür. Bu yüzden, saldıran uçaktaki pilotun yanıltılması amacıyla hedefin yapay olarak büyütülmesi gerekir. Hedef büyütme, gözle yapılan atışlarda yalın bir duman sistemi, elektronik donanımlar için de elektronik bir sistemdir. Isı arayan füzeler söz konusu olduğunda da, hedefin kızılaltı görüntüsünü büyütme amacıyla, pilotsuz uçağa bir ısı kaynağı takılır. Hedef tanımayı kolaylaştırma işlemi, pilotsuz uçaktaki bir radar sistemiyle yapılır. Gövdenin yansıttığı radar dalgaları, transistörlü güç kaynağı bulunan bir MİKRODALGA yükseltme sistemiyle büyütülür.

İsabet sistemi: Füze ve roket atışı görevlerinin büyük çoğunluğunda, hedef, saldırı yapan ya da ateş edenin görüş alanı dışında olduğundan,hedef uçağında, tam isabetleri (gerçekte füze ya da roket, pilotsuz uçağa isabet etmez, çok yakınından geçer) ya da isabete yakın atışları kaydeden bir donanım bulunur. Bu tür kayıt sistemleri, ya DOPPLER OLAYI ilkesinden ya da hedef uçağında, atıcıda ve füzede bulunan bir dizi vericiden yararlanır. Bunlardan gelen bilgiler, yerdeki uzaktan denetim merkezinde bulunan bir bilgisayara verilir.

RPV'ler: Bu yeni tür pilotsuz uçaklar, hedef uçaklarının geliştirilmiş türleridir. RPV'ler (uzaktan denetimli araçlar), daha küçük ve ucuz olduklarından, askeri alanda, pilota gereksinme duyulmayan koşullarda ve pilot için tehlikeli olabilecek görevlerde büyük yararlar sağlamaktadır. RPV'ler, sözgelimi Vietnam'da keşif görevlerinde başarıyla kullanılmışlardır. Bu küçük pilotsuz uçaklarla ayrıca, radar bilgileri toplamada, düşman radarlarını elektronik olarak karıştırmada ve çeşitli silahların düşman hedeflerine taşınma-

Avustralya'da GAF tarafından yapılan Turana RPV'sinin temel parçaları. (altta) Uçaksavar atışlarında ve güdümlü füze atışlarında hedef görevi yapan bu RPV'de, bir mikrotürbo Cougar türbojet motoru vardır. Saatte 724 km hız yapabilmektedir.



sında, başarılı sonuçlar alınmıştır. RPV'lerin bir tipi, içindeki TV kamerası ve lazer hedef belirleme donanımıyla hedefi bulup, ona kilitlenerek, silah taşıyıcı başka RPV'leri hedefe yöneltebilmektedir. RPV'lerin en son tipi olan mini RPV'ler, radyo denetimli küçük model uçaklar kadar ufak olmalarına karşılık, kısa menzilli uçuşlarla düşman toprakları üstünde, küçük kameralar, tarayıcılar ve başka alıcılar taşıyarak, keşif görevleri yaparlar.

PİPE — LİNE Bk. BORU HATTI

PİRAMİT YAPIMI

Mısır piramitleri (ehramlar), önemli kişilerin ölümlerinden sonraki gereksinimlerini karşılamak için inşa edilmiş yapı gruplarının en çarpıcı öğeleridir. Piramitler iki türdür: Tabandan tepeye uzanan dört yüzleri de basamaklı olan piramitler; yüzleri eğimli olan gerçek piramitler. Basamaklı piramitler daha eskidir.

Yer seçimi ve hazırlanması: Piramitlerin yapılacağı yerin seçiminde, dört önemli nokta göz önünde bulundurulurdu: Firavunların oturduğu yere yakın olması; sağlam kayalardan oluşan düze yakın bir alan olması; Nil'in taşması sırasında sel sularının erişmeyeceği bir noktada yeralması; Nil'in batı yakasında bulunması. Toprak yüzeyindeki düzensizlikler zahmetli yöntemlerle gideriliyordu. Önce inşaat yerinin çevresi alçak bir duvarla kuşatılıyor ve içine 5-10 cm derinliğinde su dolduruluyordu. Su altında, tabanları eşit derinlikte olan hendekler kazılıyordu. Bu işlemden sonra duvar yıkılarak, suyun dışarı akması sağlanıyor, kalan su da buharlaşmaya bırakılıyordu. Son olarak, hendek aralarında kalan yüksek bölümler indiriliyordu.

Zozer piramidi, önce bir mastaba olarak başlatılmıştı. (altta) Mastaba, tepesi düz dikdörtgen bir yapıdır. Zozer piramidi, kenarları genişletilerek, giderek küçülen parçaların üst üste konulmasıyla yapılmıştır. Yüksekliği 45 metredir.

Yön saptama: Piramit yüzlerinin, dört yönden birine bakmasına büyük özen gösterilmiştir. Büyük piramitlerde yön bakımından görülen kesin doğruluk, Eski Mısırlıların kullandığı bir yönteme dayanmaktadır. Bir taşın arasına sıkıştırılan bir çubuk nişan alınarak, bir yıldızın ufuk çizgisinde doğma ve batma noktaları saptanıyordu. Bu iki noktanın tam ortasından çubuğa çizilen çizgi, kuzey-güney yönünü gösteriyordu. Doğu-batı ekseninin bundan çıkarılması da oldukça kolaydı. Yerdeki herhangi bir çıkıntı, gözlemcinin gerçek ufuk çizgisini görmesine engel olacağından, daire ya da yarım daire biçimli, üstü düz bir duvar örülüyor, çubuk bunun tam ortasına dikiliyor ve duvarın oluşturduğu yapay ufuktan, yıldızın doğuşu ile batışı gözleniyordu.

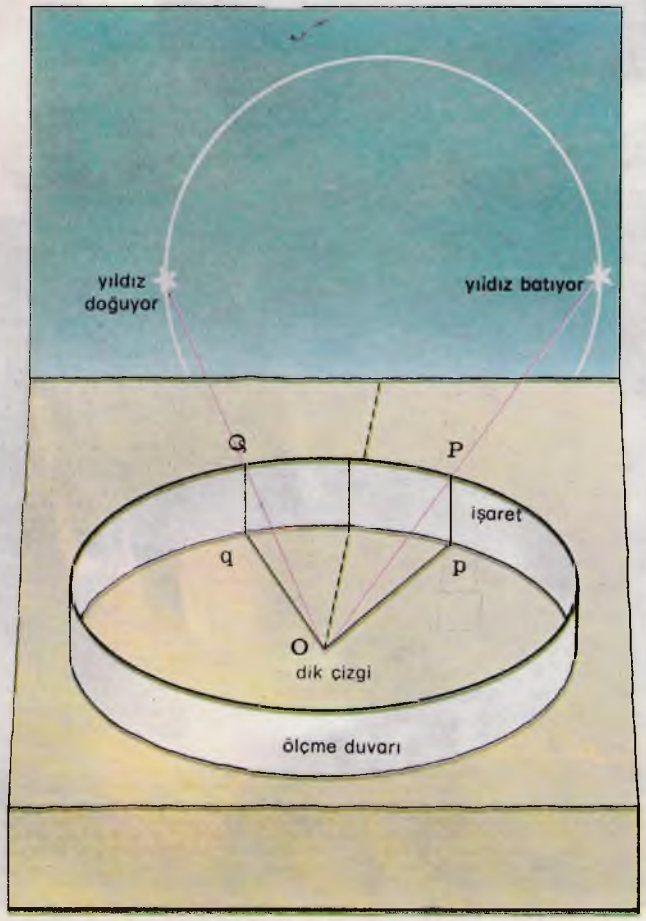
Piramitlerin yapısı: Yer yer yıkılmış piramitlerde yapılan incelemeler, iç köşelerin bir merkez çekirdek çevresine diklemesine inşa edilmiş katlardan oluştuğunu ortaya koymuştur. Gerçek piramitlerde her kat, dış yüzü nitelikli kireç taşıyla kaplanmış taşların yatay olarak yerleştirilmesinden oluşmuştur. Çekirdeğin dış kenarlarını ve çevresini saran katlar, 75°'lik bir açıyla içeri doğru eğimlidir. Böylece, ağır duvar örgüsünün doğuracağı dışa yönelik basınç olasılığının getirdiği tehlike, büyük ölçüde azaltılmıştır. Piramitlerdeki oda ve geçitler, anıtla birlikte inşa ediliyordu. Lahit (taş mezar) gibi büyük nesneler, geçitlerden daha büyük boyutlardaysa, yerlerine, tavan kapatılmadan önce yerleştiriliyordu. Yeraltındaki geçit ve odalar, duvarlar örülmeden önce, kayaların içine kazılıyordu.

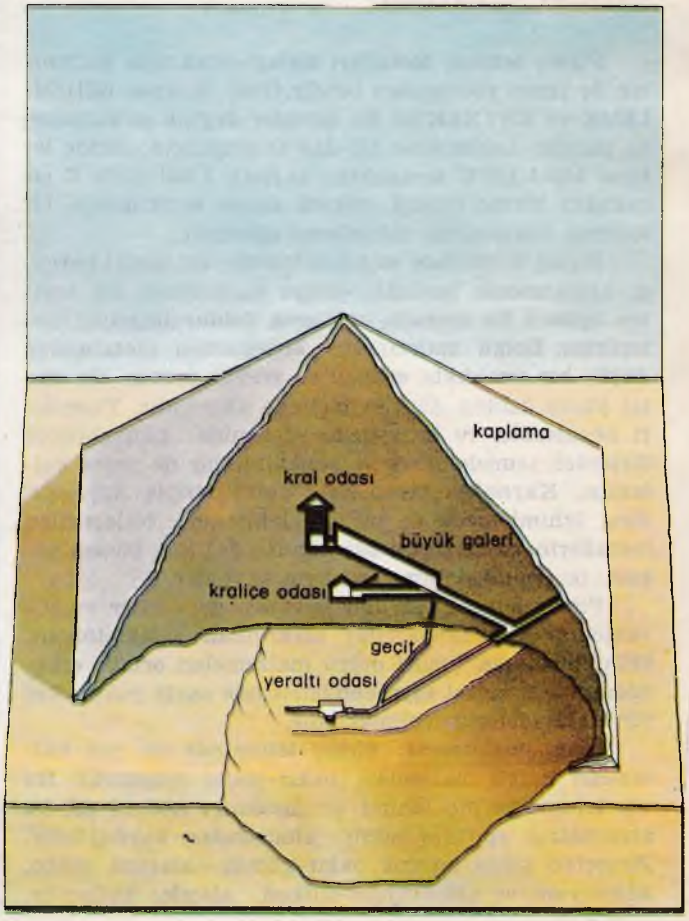
Çekirdek yapılırken, diklemesine katların yükseklikleri merkezden dışa doğru azaldığından, basamaklı piramitlere benzer bir biçim ortaya çıkıyordu. Yapı yükselirken, piramidin dış yüzeyi Tura kireç taşıyla kaplanıyordu. Taşlar, 52°'lik açıyla yerleştirilmeden önce kesiliyordu (Büyük piramidin eğim açısı 51°'dir. Bunun nedeninin, piramit yüksekliğini, çevresi piramidin tabanının çevresine eşit bir dairenin yarıçapı kadar yapma isteği olduğu sanılmaktadır.) Piramide yerleştirilen en son taş tepetaşıydı. Piramidin küçük bir benzeri olan tepetaşı, granitten yapılır ve bazen üstü altınla kaplanırdı.

Malzemenin taşınması: Keops piramidinin, orta-

O noktasındaki gözlemcinin, yıldızı duvar üstünde gördüğü nokta P *olarak işaretlenmiştir. (altta solda) Aynı yıldızın batışını gösteren nokta* Q'*dur. Yerdeki* p *ve* q *noktaları birleştirilirse,* O *noktasından* pq'*nun ortasına çizilecek doğru, kuzey-güney doğrultusunu gösterir.*

Keops piramidinin kesiti. (altta sağda)





lama 2,5 ton ağırlığında (en çok 15 ton) 2 300 000 taştan oluştuğu hesaplanmıştır. Bunların dışında, iç bölümlerde Assuan'dan getirilen çok sayıda granit taşı da kullanılmıştır. Yalnızca kral odasının tavanını oluşturan 9 parçanın her biri, yaklaşık 45 ton ağırlığındaydı. Taşlar gemilere yüklenip inşaat sahasının yakınındaki bir limana getirilir ve sonra, o bölgedeki ocaklardan çıkarılmış taşlarla birlikte, piramidin yakınına taşınırdı.

Taşıma, kereste döşenmiş geçici yollar üstünden, insan gücüyle çekilen tahta kızaklarla yapılıyordu. Tekerlek kullanıldığını gösteren herhangi bir bilginin bulunmamasına karşılık, hem kızakların, hem de doğrudan taşların altına tekerlekler takılmış olduğu düşünülmektedir. Taşların yukarı çıkarılmasında Eski Mısırlıların yararlandığı bir tek yöntem vardı: Üst ucu yapının önceden bitmiş bölümüne dayanan tuğla ve topraktan yapılmış bir rampadan, taşı yukarı doğru çekmek. Piramit inşaatında yalnızca bir tarafta rampa olması yeterliydi. Piramidin yüksekliği arttıkça, aynı eğimi sürdürmek için rampa da yükseltiliyor ve boyu uzatılıyordu. Piramidin öteki yüzlerindeyse, daha önce yapılmış olan duvarlar kullanılmaktaydı. Tepetaşı yerleştirildikten sonra, rampa ve setler kaldırılıyor ve inşaat süresince olduğu gibi bırakılan kaplama, perdahlanıyordu.

PİRİNÇ LEHİMİ

Pirinç lehimi, metalleri birleştirmek için kullanılan üç temel yöntemden biridir. Öteki ikisiyse, LEHİMLEME ve KAYNAK'tır. Bu işlemler değişik sıcaklıklarda yapılır: Lehimleme 180-310 °C sıcaklıkta; pirinç lehimi 550-1 100°C sıcaklıkta; kaynak 1 000-3 500 °C sıcaklıkta. Pirinç lehimi, yüksek erime sıcaklığında bir lehimin kullanıldığı lehimleme işlemidir.

Pirinç lehiminde ve lehimlemede, iki metal parçası, aralarındaki boşluğa, «*dolgu malzemesi*» adı verilen üçüncü bir metalin eritilerek doldurulmasıyla birleştirilir. Dolgu malzemesi, birleştirilen metallerden düşük bir sıcaklıkta erimeli ve eridiği zaman, iki metal yüzey üstüne düzgün biçimde akmalıdır. Yüzeyleri oksitlerden ve birleştirme işlemine karışabilecek kirlerden temizlemek için, genellikle bir de *pasta* kullanılır. Kaynakta iki metal, birbirleriyle kaynaşır. Ama lehimlemede ve pirinç lehiminde, birleştirilen metallerin kaynaşması söz konusu değildir. Bunun yerine, iki metal, lehim metaliyle kaynaşır.

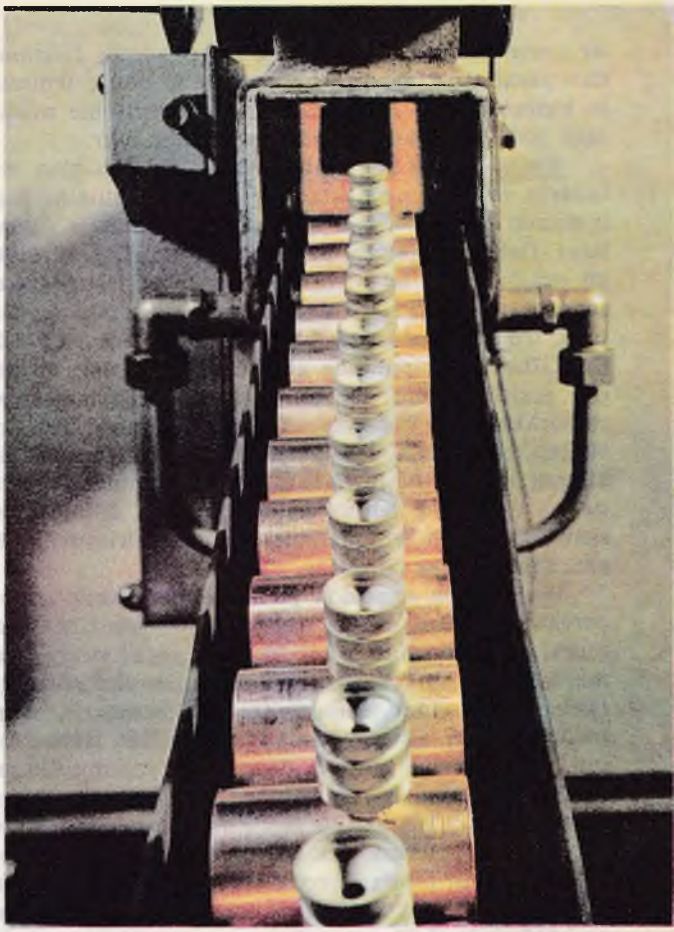
Pirinç lehimi, yüzyıllar boyunca demirciler ve kuyumcular gibi zanaatçılar tarafından kullanılmıştır. Günümüzdeyse, çeşitli dolgu malzemeleri ortaya çıkarıldığından, metal eşya endüstrisinde aşağı yukarı her tür metal birleştirilebilmektedir.

Dolgu malzemesi: Pirinç lehiminde en çok kullanılan dolgu malzemesi, bakır-çinko alaşımıdır. Bu tür lehime pirinç lehimi denmesinin nedeni de, bu alaşımların «pirinç» adını almasından kaynaklanır. Pirinçten sonra en çok, bakır-gümüş alaşımı, çinko, kadmiyum ve alüminyum-silikon alaşımı kullanılır. Alüminyum lehimlemek içinse, bakır-alüminyum alaşımlarından yararlanılır. Uygun dolgu malzemesi ve pastalarla, uçak ve elektronik endüstrilerinde kullanılan paladyum, titanyum ve berilyum gibi metaller bile kolaylıkla birleştirilebilmektedir.

Birçok pirinç lehimi işlemi otomatik olarak yapılır. İşçilerin çalıştığı yerlerde, lehim yapılan bölümün iyi bir havalandırma sistemiyle donatılması gerekir. Kullanılan bazı dolgu malzemeleri ve pastalar, ısıtıldıkları zaman zararlı dumanlar çıkarırlar. Pastalar, boraks, borik asit, klorür, flüorür ve fosfor gibi bileşen-

Gemi radar düzeneklerinin çıkış transformatörü ile anot gruplarının, hidrojenle dolu bir fırına sürülmesi. (sağda) 800°C sıcaklıkta, dolgu malzemesi eriyerek, kılcal etki yoluyla çekilir ve birleşme noktasını bütünüyle doldurur.

Bisiklet iskeletinin birleştirilmesinde, genellikle pirinç lehiminden yararlanılır. Resimde (altta), birleştirme noktalarını ısıtmak için kullanılan gaz alevi görülmektedir



Elektronik endüstrisinde metallerin birleştirilmesinde kullanılan en yaygın teknik, lehimlemedir. Buna karşılık, bazı parçaların pirinç lehimiyle birleştirilmesi gerekir. Resimde (altta), bir mikrodalga sistemi üstündeki pirinç lehimi görülmektedir.

ler içerir. Dolgu malzemesi olarak bir gümüş alaşımından yararlanılarak, bakırın tungstene pirinç lehimiyle birleştirilmesi sırasındaysa, çok zehirli bir madde olan sodyum siyanür içeren pasta kullanılır.

Pirinç lehimi yöntemleri: Birleştirilecek olan metallerin ve birleşme noktasının fiziksel özelliğine bağlı olarak, dolgu malzemesi değişik yöntemlerle uygulanır. Dolgu malzemesi birleştirme noktasına sürüldüğü sırada ya da iki metalin arasına yerleştirildikten sonra, ısı da uygulanabilir. Birinci yöntemin bir örneği, trompet ve trombonlar gibi madeni NEFESLİ ÇALGILAR'ın yapımında görülür. Bu çalgıları oluşturan çeşitli borular, bir bakır-çinko dolgu malzemesi ve boraks pasta kullanılarak pirinç lehimiyle birbirine bağlanır. Çalgının ucu, kesilerek koni biçiminde bükülmüş düz pirinç levhadan yapılır. Koninin ek yerine, ateşle pirinç lehimi uygulanır. Bu bölüm daha sonra, bir araya lehimlenmiş borularla birleştirilir. Ek yeri, çekiçlenerek düzeltilir.

Seri üretim sırasında pirinç lehimi, lehimlenecek parçalar arasına dolgu malzemesi yerleştirildikten sonra, tümünün birden bir fırından geçirilmesiyle yapılır. Fırının sıcaklığı, dolgu malzemesinin erime sıcaklığının üstünde, birleştirilecek metallerin erime sıcaklıklarının altında olmalıdır. Bisiklet iskeletlerinin, vanaların ve hidrolik donanımın yapımında, seri üretim tekniğinden yararlanılır. Bir yöntemde, iki çelik parçasının arasına bir bakır yaprak yerleştirilir ve parçalar birbirlerine yaklaştırılır. Bunların tümü bir indüksiyon fırınından geçirilir. Fırında eriyen bakır, kılcal etki yoluyla yukarı çekilerek, birleşme noktasını bütünüyle doldurur. Bakırın ve çelik parçaların yükseltgenmesini önlemek için, fırın hidrojenle doldurulur.

Seri üretimde kullanılan öteki pirinç lehimi yöntemleri arasında, birleştirilecek olan parçaların bir erimiş dolgu malzemesi banyosuna sokulduğu daldırma işlemi ve dolgu malzemesini eritmek için birleşme noktasından elektrik geçirilen, elektrik direnciyle ısıtma yöntemi vardır. Isıtma, bir karbon ark düzeneğiyle ya da bir indüksiyon fırınında yapılır. İndüksiyon fırınının çevresine yerleştirilmiş güçlü elektromagnetik bobinlerden gelen enerjiyle metallerde bir elektrik akımı oluşturularak, birleştirme noktası ısıtılır.

Pirinç lehimiyle birleştirilmiş bağlantılar, lehimleme bağlantısından güçlüdür (aşağı yukarı kaynak kadar). Pirinç lehimi, birleştirilen metallerin mukavemetini, kaynak işlemi kadar etkilemez. Ayrıca, kaynak işleminin metallerde yaratacağı çarpılma kadar da çarpılma yaratmaz.

PİRİNÇ ÜRETİMİ

Pirinç, bakır (Bk. BAKIR ELDE ETME) ve ÇİNKO'dan yapılan bir ALAŞIM'dır. Çeşitli türleri vardır. Bunların tümü, yüzde 50'ye kadar çinko içeren bakır alaşımlarıdır. Ayrıca, içlerinde, genellikle KALAY, KURŞUN, NİKEL, manganez, alüminyum ve DEMİR gibi elementler de bulunur.

Pirinçler, içerdikleri çinko miktarına göre, *alfa*, *beta* ve *alfa-beta* diye üç grupta sınıflandırılırlar. Çinko miktarı, pirincin fiziksel özelliklerini önemli ölçüde etkiler. Alfa pirinçlerde yüzde 38'e kadar çinko bulunur. Bu pirinçler hem güçlüdür, hem de sünektir (kolayca tel ve şerit haline getirilebilirler). Bakır atomları ile çinko atomlarının boyutları aynıdır. Bu nedenle, alfa pirinçlerdeki bakırın billur yapısı içinde, çinko atomları kolayca bakır atomlarının yerini alırlar. Sonuçta, bir elektron mikroskopuyla bakıldığında, alaşım, arı metal gibi görünür. Beta pirinçlerde, yüzde 42'den çok çinko bulunur. Billur yapısı değiştiği için, beta pirinçler alfa pirinçlerden daha sert, ama daha az sünektir. Alfa-beta pirinçlerde yüzde 38-42 arasında pirinç bulunur. Sağlamlık ve süneklik bakımından alfa ve beta pirinçler arasında bir ara aşama oluştururlar.

Pirinç, dökümhanelerde, dikkatle tartılmış miktarlardaki bakır, çinko ve öteki bileşenlerden yapılır. İçine ayrıca, yüksek nitelikli temiz bakır parçaları katılır. Pirinç üretimindeki güçlüklerden biri, alaşıma

Pirincin işlenişini gösteren eski bir resim. (altta) Eskiden pirinç parçaların çoğu, soğuk metalin dövülmesiyle biçimlendiriliyordu. Çok sertleşen metal, ısıtılarak yumuşatılırdı.

giren bileşenlerin erime noktalarının farklı olmasıdır. Çinko 419°C sıcaklıkta erir; oysa bakır 1 083°C sıcaklığa kadar erimez. İkisi birlikte ısıtılırsa, bakır erimeden, çinko uçup gider. Önce bakır eritilip, sonra katı halde çinko eklendiğindeyse, çinkonun çoğu, bakırın içinde çözülür. Bu yüzden, uçup gitmesi önlenemeyen miktarı karşılamak için, karışıma fazladan çinko eklenir.

Eriyen pirinç, fırından, kalıplara dökülür. Kalıplar, ya boru ve çubuk yapımında kullanılan silindir biçimli takozlar ya da pirinç yaprak, levha ve şerit yapımında kullanılan tomruk ve yassı kütükler üretecek biçimdedir. Metalin kalıba döküldüğü sırada, kalıbın bütünüyle dolmasına, hiç bir hava kabarcığının ve alaşım ile kalıp arasında hiç bir boşluğun kalmamasına özen gösterilir. Dökümün kalıba yapışmasını önlemek için, dökümden önce, kalıbın iç yüzüne grafit ya da yağlı bir bileşim sürülür.

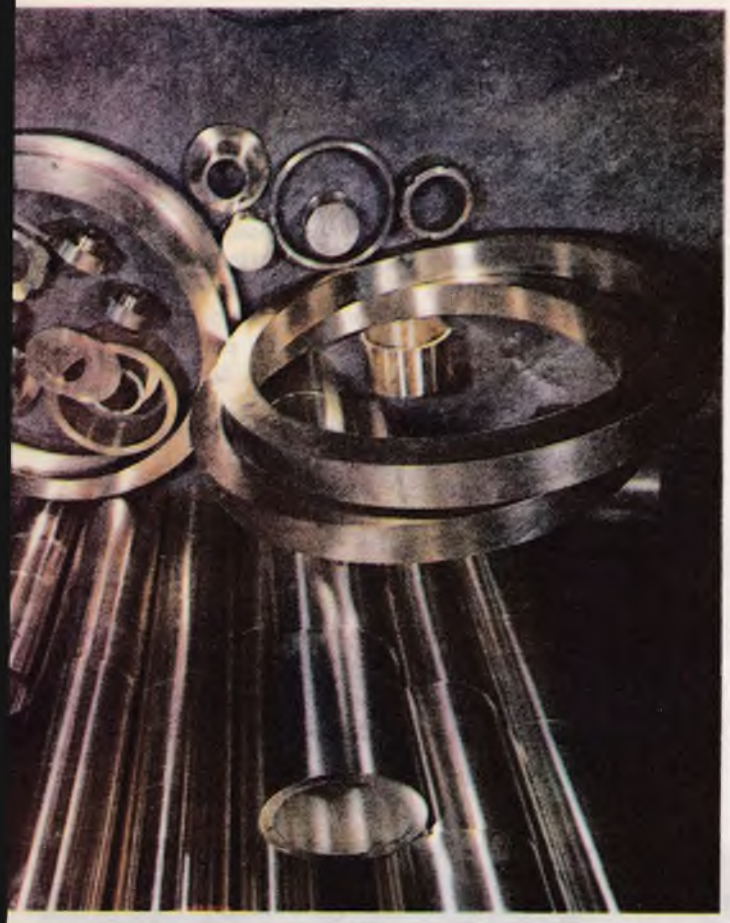
Pirincin işlenmesi: Tomruklardan, çubuklardan, yapraklardan, vb. çeşitli ürünler elde etmek için uygulanan yöntemler, büyük ölçüde, alaşımdaki bakır miktarına bağlıdır. Yüzde 55'ten daha az bakır içeren pirinçler PİRİNÇ LEHİMİ doldurma malzemesi olarak kullanılır.

Bakır oranı yüksek olan (genellikle yüzde 62'nin üstünde) pirinçler, soğuk işleme elverişlidir. Bu işlemler arasında HADDELEME, soğuk DÖVME ve çekme bulunur. Çekmede, bir çubuk ya da kütük, her biri bir öncekinden daha küçük iç çaplı bir dizi kalıbın içinden çekilir.

Pirinç, soğuk işlenince daha da sertleşir. Hattâ genellikle, daha fazla işlenemeyecek hale gelir. Yumuşaklığını yeniden kazanması için, bir fırında tavlanması gerekir. Soğutmadan sonra, ısıtma sırasında metal yüzeyinde oluşan oksitler temizlenmelidir. Bu aşamada temizlenmeyen oksitler, daha sonraki işlemler sırasında metalin içine gömülür. Pirincin türüne, miktarına ve gerekli yumuşaklığa bağlı olarak, tavlama işlemi, 475-750°C sıcaklıkta yaklaşık üç saat tutularak gerçekleştirilir.

Pirincin sıcak işlenmesi için, işlenecek olan parça, yumuşayıncaya kadar ısıtılır ve metalin her yanının aynı sıcaklığa erişmesi için, birkaç saat bu sıcaklıkta tutulur. Bu durumda, metal kolayca haddelenebilir, tavlamaya gerek kalmaz. Sıcak haddelemede metal, bir çelik kalıp içinden basınçla geçirilir. Sıcak işleme yöntemleriyle, istenen toleranslara yakın parçalar üretilemez. Bu nedenle, parçayı gerekli boyutlara getirmek ve sertleştirmek için, bir soğuk işlemden geçirmek gerekir.

Erimiş pirincin döner potalı bir fırından, kepçeye dökülmesi. (altta)



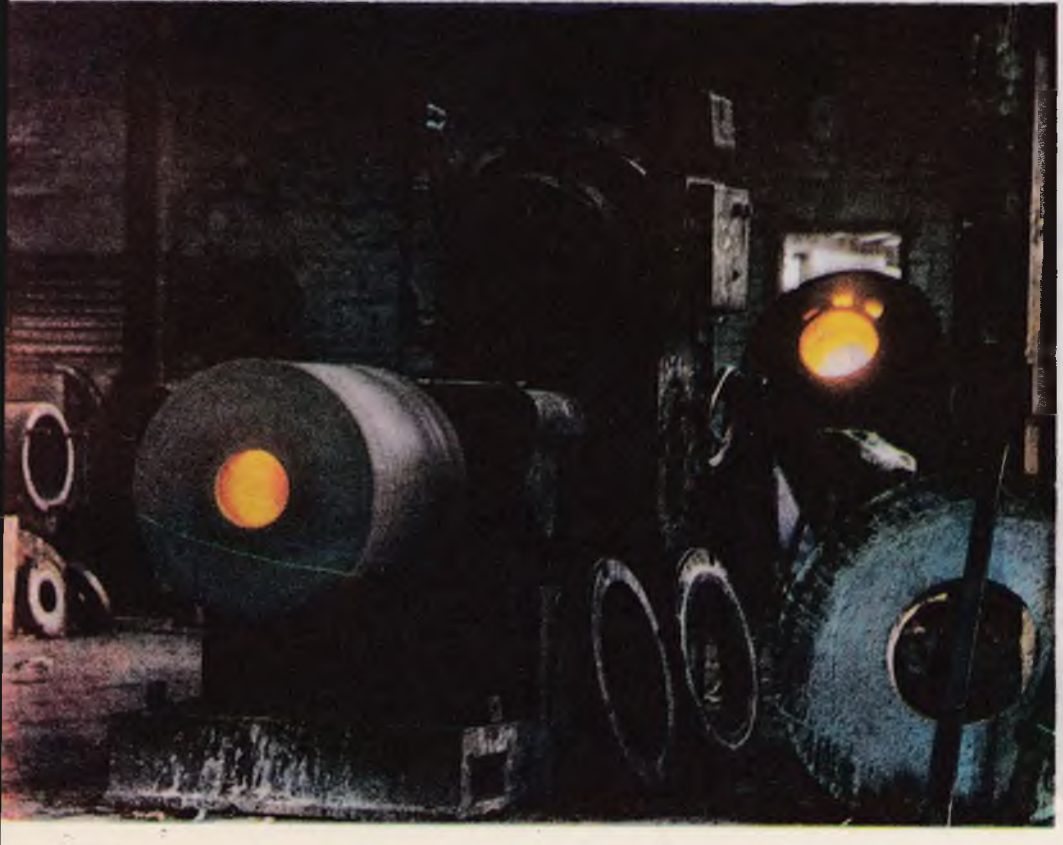
Pirinç, sıcak ya da soğuk dövülerek, karmaşık biçimlere sokulabilir. Pirinç içindeki bakır oranı yüzde 64'ün üstünde olduğu zaman, en iyi yöntem soğuk dövmedir. Soğuk ya da sıcak dövülecek olan pirinç, bir şahmerdanın örsüne monte edilmiş bir kalıba yerleştirilir. Kalıbın öteki yarısı, şahmerdanın alt yüzüne takılır. Genellikle ağır bir çelik bloktan oluşan şahmerdan, iki dikey yatak üstünde yükseltilip aşağı bırakılır. Böylece pirinç, iki kalıp arasında biçim alır. Cıvatalar, vidalar, kapı ve musluk bağlantıları, bu biçimde yapılan nesneler arasındadır.

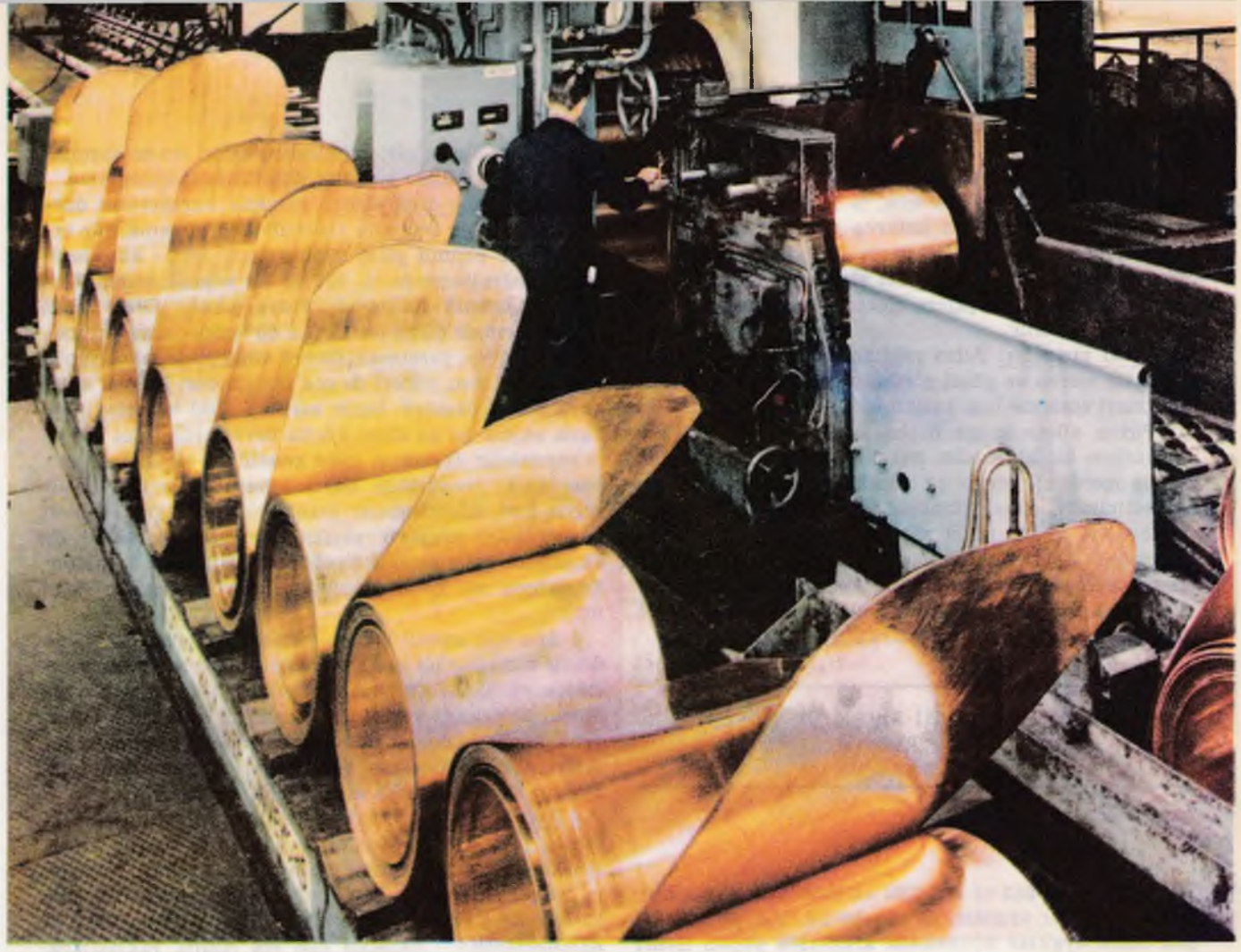
Fişek pirinci: En yaygın pirinçlerden biri, yüzde 70 bakır ve yüzde 30 çinkodan yapılan fişek pirincidir. Bunun yapımında, önce bir pul, küçük bir çanak haline getirilir. Sonra çanağın kenarları çekilerek, tabanı kalın, kenarları ince bir tüp elde edilir. Dayanıklılığını ve sünekliliğini koruması için, birkaç kez soğuk işlemden ve tavlamadan geçirilir. Fişek pirinci, VANA'ların, musluk malzemelerinin, elektrik lambası başlıklarının, duyların ve otomobil radyatörü borula-

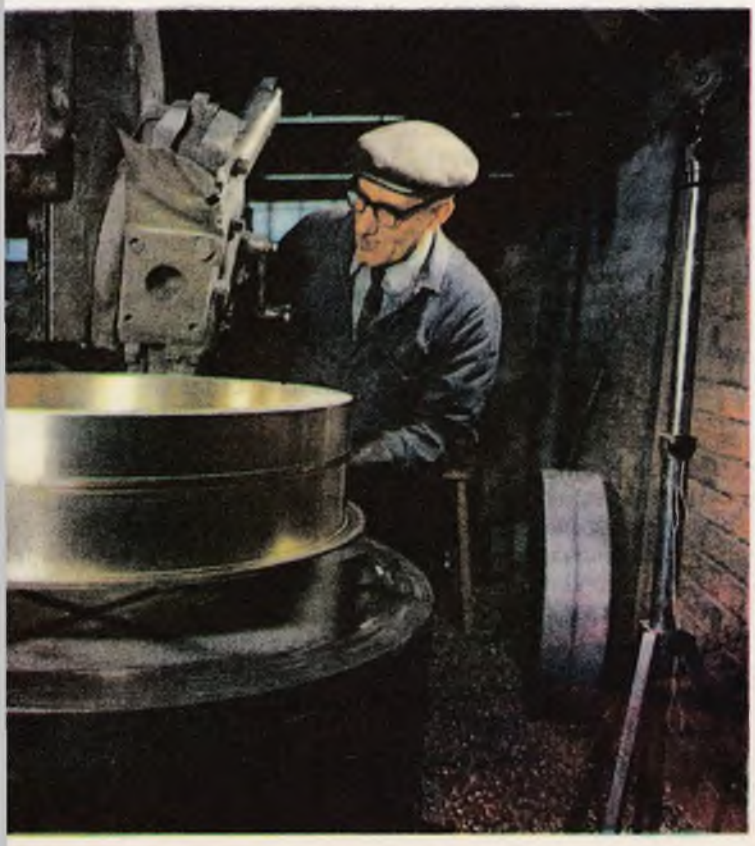
Santrifüj dökümle yapılan bazı ürünler. (solda)

Bir santrifüj döküm makinası. (altta solda) ***Metal, silindir biçimli kalıba dökülür. Kalıp dönerek, metali*** *kalıbın çeperlerine doğru iter.*

Büyük bir dökme pirinç flanşın işlenmesi. (altta sağda) Santrifüj döküm, gerekli toleranslara çok yakın bir parça üretir ve kovan, gömlek, elektrik düğmeleri gibi parçaların yapımında kullanılır.







Pirinç şerit üreten bir modern soğuk hadde tesisi. (üstte) Haddelenen pirinç, daha kolay taşınması için büyük bobinler halinde sarılır.

rının yapımında da kullanılır.

Yüksek gerilme güçlü pirinç: Pirincin gerilmeye karşı dayanıklılığını, sertliğini ve korozyona karşı direncini artırmak için, küçük miktarlarda manganez, alüminyum, demir, kurşun ve kalay eklenir. Bu alaşımlarda genellikle yüzde 55 bakır, yüzde 30-34 çinko ve pirinçte bulunması istenen özelliklere göre, çeşitli miktarlarda öteki metallerden vardır. Gerilmeye dayanıklı pirinç, soğuk ya da sıcak işlenebilir ve döküm için çok elverişlidir. En değerli özelliklerinden biri, biçim ne kadar karmaşık olursa olsun, aşağı yukarı hiç bir büzülme ve kabarcıklanmaya yolaçmadan döküm yapılabilmesidir. Bu alaşımlar, gerilmeye karşı çok dayanıklı olmaları nedeniyle, birkaç ton çeken gemi pervanesi ve dümen yapımında kullanılırlar.

Genel amaçlı pirinçler: Alfa-beta pirinçler, çeşitli ürünler için kullanılabilirler. Ortalama güçte, korozyona dirençli, ucuz dökümler için çok elverişlidirler. Yüzde bir-iki kurşun ya da yüzde 0,5 kadar alüminyum eklendiğinde, pres-döküme uygun hale gelirler. Küçük miktarlarda kurşunsa, tezgâhta işlenebilirliklerini artırır. Her çeşitten küçük döner parçaların yapı-

mında yaygın olarak kullanılmalarının nedeni budur. Denizcilikte kullanılan pirince, deniz suyu korozyonuna karşı direnci artırmak için, % 1 kadar kalay eklenir. Alfa-beta pirinçlerin kolayca sıcak işlenip dövülmesiyle, banyoların metal parçaları, ocak parçaları, termostatlar, yağlama ve yakıt sistemleri, dişliler, buhar ve su sistemi parçaları, elektrik kablosu uçları gibi nesneler üretilir.

Öteki pirinçler: Altın yaldızlı metal, yüzde 95 kadar bakır içeren ve güzel görünüşü nedeniyle genellikle mimari süsleme için kullanılan bir bakır alaşımıdır.

Pirinç ailesinin bir başka üyesi, «nikel gümüşü» adı verilen bir alaşımdır. Nikel gümüşü, gerçekte hiç gümüş içermez; görünüşü gümüşe benzediği için bu ad verilmiştir. Nikel gümüşünde yüzde 55-60 bakır, yüzde 10-15 kadar nikel vardır. Gerisi çinkodur. Bu tip pirinç, elektrikli haberleşme araçlarındaki yaylı temas parçaları için kullanılır. Ayrıca, gümüş kaplamalı sofra takımlarında ya da elektro-kaplama nikel gümüşünde, taban metali olarak işe yarar.

PİROTEKNİK Bk. HAVAİ FİŞEK VE İŞARET FİŞEĞİ

PİTOT TÜPÜ

Pitot tüpü, gaz ve sıvı gibi akışkanların akma hızlarını ölçen bir aygıttır. Aygıta bu ad, 1732'de su akışını ölçen aygıtlar konusunda araştırma yapan Henri Pitot'nun anısına verilmiştir. İlke olarak, açık bir tüp bir akışkan içine yerleştirilirse, akışkanın hızı (Bk. AKIŞÖLÇER) arttıkça, tüp içinde bir basınç yükselmesi oluşur. Dolayısıyle, tüpün öteki ucuna takılacak bir BASINÇÖLÇER, akışkanın hızını gösterebilir.

Tüpün akışkana açık olan bölümüne «*kafa*» adı verilir. Kafa, *toplam basıncı*, yani akışkanın yarattığı *dinamik* basıncın yanı sıra, çevrede oluşan *statik* basıncı da algılar. Tüpün ağzı, akışı engeller. Bu nedenle oluşan basınca, «*durgunluk basıncı*», oluşma yerine de «*durgunluk noktası*» denir. Toplam basıncı gerektiği gibi algılamak için, durgunluk noktasının yeri özenle seçilmelidir.

Akışkan hızını saptayabilmek için, çevredeki statik basınç ile toplam basınç arasındaki fark ölçülmelidir. Bu fark, *statik ağız*larla algılanır. Yalın sistemlerde ağız delikleri, dış tüpün yan kenarları üstüne açılır. Ama büyük sistemlerde, sözgelimi uçaklarda, hava akışı karmaşık olduğundan, statik ağızlar çok değişik konumlara yerleştirilir ve ölçme sırasında bunların basınç ortalaması alınır.

Toplam basınç, doğrudan doğruya akışkanın yoğunluğuna bağlıdır. Yoğunluk da, gene doğrudan, *mutlak sıcaklık*la ilgilidir (mutlak sıfır noktası 273° Kelvin'dir). Hız ölçümünde (hava içinde) sıcaklık değişikliklerinin neden olduğu yanılgı miktarı, her santigrat derecesi için % 0,2 düzeyindedir. Yüksek duyarlık istendiğinde, düzeltme yapılması gerekir. Uçaklardaki hız ölçme sistemlerinde, yanılgı önem taşımadığı için, genellikle sıcaklık düzeltmesi kullanılmaz.

Düzenleme özellikleri: Akışkan hareketinin düzgün olduğu bir ortamda (türbülansın olmadığı bir ortamda), *L* biçimli pitot tüpü yeterli olur. Akışkanın akma doğrultusunda ± 10°'lik bir sapma olursa, ölçmelerde önemli yanılgılar ortaya çıkar. Giriş deliği uygun biçimde düzenlenirse, ± 60° kadar olan sapmalar bile sorun yaratmaz. Genel amaçlı bir pitot tüpünün çapı 8 mm, yüzeyi de çok düzgündür. Ucuna, akışkanı en az bozacak biçim verilir. Özel amaçlar için, daha büyük ya da daha küçük boyutlarda pitot tüpleri yapılabilir. Bunların içine genellikle, sıcaklık algılayan öğeler yerleştirilir. Sesüstü koşulları içinse, bütünüyle özel düzenlemeler gerekir. Çok sayıda tüpten oluşan pitot grupları, akışkandaki türbülansı ya da akışkanın geliş açısını ölçebilecek biçimde düzenlenir. Buzlanma söz konusu olursa, elektrik ısıtıcıları eklenir.

Ana tüp genellikle, ya paslanmaz çelikten ya da demir olmayan bir metalden yapılır. Çevre öğeler plastikten ya da lifli malzemelerdendir. Herhangi bir zedelenme olasılığı varsa, tüp, koruyucu kılıf içine alınır. Ama kılıfın, akışı engellemeyecek biçimde olması gerekir. Ayrıca, zamanla biçiminin bozulmaması için, aygıtın burun bölümü özel olarak sertleştirilir.

Aerodinamik özellikler: Ses hızının altındaki hızlarda, pitot-statik sistemin algıladığı basınç farkı, akışkan hızının karesiyle orantılıdır. Başka bir deyişle, akışkanın gerçek hızı iki katına çıktığında, basınç farkı dört kata ulaşacaktır (Bk. HİDRO VE AERODİNAMİK). Akışkan hızı ses hızına yaklaştıkça, sesüstü koşullara erişilinceye kadar şok dalgaları oluşmaya başlar. Sesüstü koşullarda, bazen hız artsa bile, basınç düşmesi gözlenir. Bu hızlarda, özel biçimli tüpler kullanmak gerekir.

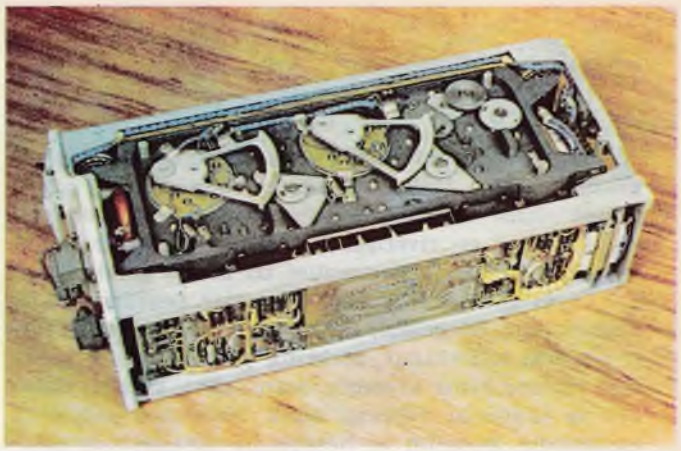
Düşük hızlı hava akışlarında basınçlar çok küçüktür. Sözgelimi, 1 m/saniyelik bir hız için yalnızca 0,001 bar'lık bir basınç, 100 m/saniyelik bir hız için de 0,1 bar'lık bir basınç oluşur. Bu nedenle, uçak gibi hızlı hareket eden araçlarda, hız ölçümü pitot tüpleriyle yapılır. Bununla birlikte, yüksekliğe ve sıcaklığa bağlı olarak hava yoğunluğunun değişmesi, çeşitli güçlükler yaratır. Uçak göstergesinde okunan hız, gerçek hava hızına eşit değildir. 1 000 metrede gerçek hava hızı, yaklaşık olarak gösterge hızının iki katı kadardır.

Ayarlama: Duyarlı bir ayar yapabilmek için, pitot tüpleri, içinde türbülans ya da pürüz bulunmayan ve tüpün ekseni boyunca hareket eden akışkanlar içine yerleştirilmelidir. Buna *laminer* (düzgün) *akış* denir. En sık kullanılan yöntem, tüpü, döner bir kol üstüne bağlamaktır. Bu kolun uzunluğu 3-6 m arasında değişir. Hareketin dairesel olmasına karşılık, çap yeterli büyüklükte yapıldığından, laminer akış özellikleri korunabilir. Bu yöntem, düşük hız ayarlamalarında yararlıdır. Öteki yararıysa, akışkan hızının doğrudan kol hızına bağlı olarak saptanabilmesindedir. Başka bir aygıtın kullanılması gerekmez.

Rüzgar tüneli de, ayar işlemlerinde kullanılan ve özellikle yüksek hızlarda yararlı olan başka bir

yöntemdir. Tüneller genellikle dikdörtgen kesitlidir. Genişlikleri birkaç cm ya da bir metre uzunlukta olabilir. Boylarıysa biraz daha fazladır. Tünel hava yönlendirme düzenekleri titizlikle seçilerek, laminer akışlar sağlanabilir. Hız ayarlarının, ayarı bilinen bir aygıtla karşılaştırılması gerekir.

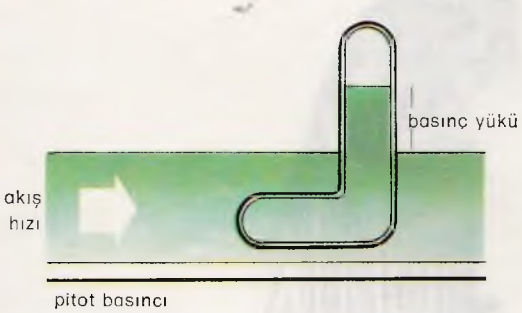
Söz konusu sistemlerde, ayar işlemi dışında, istenen akışkan hızları da yaratılabilir. Bu sistemler sık sık, akışkan özelliklerinin araştırılması için kullanılırlar ve pitot tüpleri, bileşke hızlarını saptar.

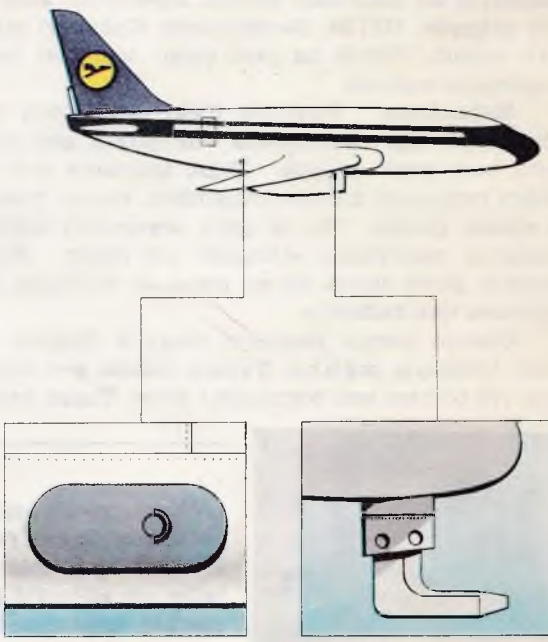


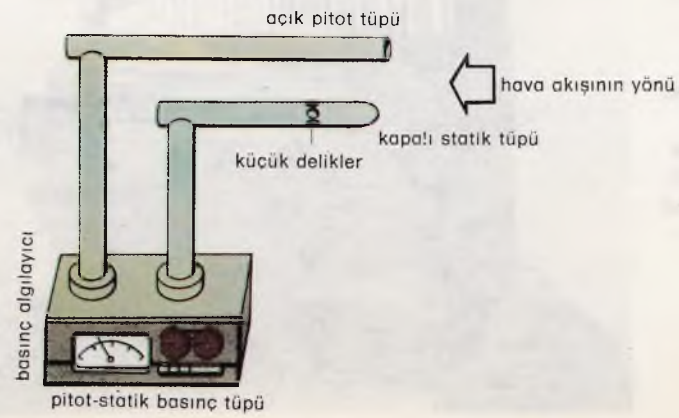
Bu statik ve pitot-statik dönüştürücü birimler (sağda üstte), hava akımını ve statik basıncı ölçmektedir. Bu yolla, uçağın havadaki hızını saptamada kullanılan sinyaller oluşur. Pitot tüpleriyle bağlantı, bir boru yardımıyla sağlanır.

İçinde buz çözücü bulunan bir pitot tüpü. (sağda altta)

Altta ilk çizimde bir sıvının ya da havanın akış hızının, pitot basıncına dayanılarak ölçülme ilkesi görülmektedir. Onun altındaki çizimde, pitot-statik düzenlemede ileri doğru akıştan kaynaklanan basınç, yanal statik basınçla karşılaştırılmıştır. Üçüncü çizimdeyse, bir uçak üstünde tüplerin konumları ve görünümü belirtilmiştir.







Yardımcı donanımlar: Pitot-statik sistemlerin algıladığı basınç farklarını gösterebilmek için, çeşitli basınç ölçme aygıtlarına gereksinim vardır. Deneysel amaçlar için en elverişlileri, *sıvılı manometre*lerdir. Bunlarda basınç, *U* borusunun iki ucuna gönderilir.

Öteki işlerde, farkı ölçen aygıtlar genellikle daha kullanışlıdır. Sözgelimi, uçak sistemlerinde, ölçü aygıtı içindeki bağlantılar, mekanik yoldan kareler kuralını (basınç, hızın karesiyle orantılıdır) karşılayabilecek ve okumalar doğrusal ölçek üstünden yapılacak biçimdedir. Denetim ve hesaplama işlemlerinde elektrik sinyaline gereksinim duyulduğunda *diferansiyel basınç transdüktörü* kullanılır.

Uygulama alanı: Uçak, füze ve benzeri türden hızlı hareket eden araçlarda hız ölçümü için, pitot tüpleri çok elverişlidir. Ayrıca, türbinlerin, kompresörlerin, pompaların denetlenmesinde ve öteki araştırma alanlarında da sık sık kullanılır.

PİYANO

Piyano klavyeli bir çalgıdır. Karmaşıklık bakımından, orgtan sonra ikinci sırayı alır.

XVIII. yüzyıl başlarında yapımcılar, klavsenden daha çeşitli tonlarda ses elde edebilecekleri bir çalgı geliştirmek için çalışmalara başladılar. 1708'de Cuisinié, keman yayı gibi reçinelenmiş döner bir yay aracılığıyla tellerde titreşim yapan, klavyeli bir çalgı geliştirdi. 1716 yılında da Marius, tokmaklı klavsende vurmayla ses çıkarmayı denedi. Piyanonun atası sayılan çalgıysa, 1711'de, Bartelommeo Cristofori tarafından yapıldı. 1731'de bu yeni çalgı için özel besteler yapılmaya başlandı.

Mekanizma: Piyanoyu öteki çalgılardan ayıran temel öğe, tuşa basıldığında tele çarpıp geri çekilen, üstü keçe kaplı çekiçtir. Çekiç taşınarak değil, ileri doğru fırlayarak hareket ettiğinden, tuştan daha hızlı olması gerekir. Tuş ile çekiç arasındaki bağlantıyı sağlayan manivelaya «*aksiyon*» adı verilir. Bununla birlikte, genel olarak bu ad, çekici de kapsayan bütün bölümler için kullanılır.

Çekicin hızıyla yaratılan dinamik düzeyin denetimi, tutucuyla sağlanır. Tutucu, çekicin geri sıçramasını (ve böylece sesi boğmasını) önler. Tuşun basılı tutulup tutulmadığı göz önüne alınmaksızın, çekicin, kaldırıldığı yerin ötesine düşebilmesi için, «itme dili» manivelayı yana çeker. Modern kuyruklu piyanolarda, çekicin tam geri düşmesini engelleyerek, aynı notanın hızla yinelenmesini sağlayan *ikili itme dilleri* vardır.

Tuşlar, yalnızca çekiçleri değil, tuşa basıldığı zaman yukarı kalkan ve tuş bırakıldığı zaman sesi kısmak için geri inen «ses kısıcılarını» da denetler. Sağ pedala basıldığı zaman, bütün ses kısıcıları birden kalkar. Böylece, tümüne vurulmamasına karşılık, bütün teller titreşim yaparak, sesi kuvvetlendirip ses renginin niteliğini artırırlar. Ayrıca, piyanist, bir nota ya da akorttan ötekine, ara vermeden geçebilir. Sol pedal, «*una corda*» ya da «*yumuşak pedal*» diye adlandırılır; bütün mekanizmayı sağa kaydırarak, çekicin, tiz tellerinden üçü yerine, yalnızca iki tanesine vurmasını sağlar. Günümüzde, birçok konser piyanosunda, «*sostenuto*» ya da «*nota uzatan*» diye adlandırılan üçüncü bir pedal daha vardır. Üçüncü pedal, vurulan tuşlara bağlı ses kısıcılarını havada tutarak, bir notadan ötekine geçilirken, ilk notanın uzatılmasını sağlar.

Yapı: Üstüne tellerin takıldığı sesi yansıtan tahta bölüme, «*rezonans levhası*» denir. Bu bölüm, tellerin titreşimi sonucu çıkan havanın büyütülmesini denetlediği için, çalgının ses renginde önemli bir rol oynar. Bu parçada kullanılan ağacın, sesi soğurmayıp hızla

1800 yıllarında yapılmış bir konsol piyano. (sağda) İlk konsol piyanolarda teller çok yüksekti. Daha sonraki modellerde teller, aşağı indirilmiş ve piyano daha derli toplu hale getirilmiştir.

1782 yılından kalma bir Broadwood piyanosu. (solda)

Çekicin geri sıçramasını önleyen tutucuların ayarlanması. (üstte)

Bir konsol piyano. (solda) Teller çapraz gerilerek, yer kazanılmıştır. Ses kısıcılarıysa, çekicin vurduğu tellerin altına yerleştirilmiştir.

geçirecek türden olması gerekir. Romen çamı, Norveç ladini ve gümüş köknar gibi ağaçlar, sesi hava hızının 14 katı hızla iletirler. Tellerin ses yansıtıcısı üstündeki konumu da önemlidir.

Klavsen gibi ilk piyanolar ağaçtan yapılırdı. Ama piyanonun gelişmesiyle, teller daha kalın ve gergin hale gelince, daha dayanıklı kasalar gerekli oldu. Bu yüzden kasalara, metal çubuklar yerleştirilmeye başlandı. 1820'de, çeşitli metallerden yapılmış çubukları ve plakaları olan bir modelin patenti alındı. Değişik metallerin farklı ölçülerde genleşmesi ilkesine göre yapılan bu kasada, telleri tutan akort çivileri, sıcaklığa göre bir miktar hareket edebiliyordu. 1825'te Boston'da, akort çivileriyle birlikte tümü metalden oluşan ilk kasa yapıldı. Üç yıl sonra, uzun bas tellerinin öteki tellerin üstünden geçtiği, çapraz telli piyanolar ortaya çıkarıldı. Günümüzde de yaygın olarak kullanılan bu biçim, bas sese zenginlik katmasının yanı sıra, daha derli topludur.

Almanya'da geliştirilen tek aksiyonlu model, XVIII. yüzyıl boyunca kullanıldı. Birçok piyanoya da, ses kısıcılarını denetleyen, elle çalıştırılan durdurucular yerleştirildi. Andreas Stein (1728-1792), itme dili mekanizmasını geliştirdi. İngiltere'de John Broadwood, 1783'te ayak pedalının patentini aldı. John İsaac Hawkins de yumuşak pedalı geliştirdi.

XVIII. yüzyılın sonuna doğru Broadwood, tellere vuran çekiçlerin yerlerini değiştirme deneyleriyle ve konsol (dikey) piyanoyu ortaya çıkarmasıyla, İngiliz yapımcıları arasında ilk sırayı aldı. Pedal sayısı 8'e kadar çıkan piyanolar yapıldı. Beethoven ve Chopin üstünde büyük etkisi olan John Field gibi besteciler de, piyanonun gelişmesini etkilediler.

XIX. yüzyılda A.B.D'nde Chickering ve Steinway gibi şirketler, piyano yapımı alanında ün kazanmaya başladılar. Ayrıca, A.B.D'nde yetiştirilen merinos koyunlarının yününden yapılan keçelerin, çekiç kaplamalarında çok iyi sonuçlar verdiği görüldü.

Piyanonun evlerde aranılan bir çalgı haline gelmesi, yeni modellerin ortaya çıkarılmasına yolaçtı. Piyano düeti için çift klavyeli piyanolar ve masa biçiminde kare piyanolar yapıldı. En yararlısı, konsol piyano (telleri ve ses yansıtıcısı dikey olan piyano) modelinin geliştirilmesi oldu. İlk konsol piyanolar çok yüksekti ve garip biçimli kasaları vardı. 1800 yılında Hawkins, telleri yer düzeyine indirerek, alçak, kare biçimli modern konsol piyanoları ortaya çıkardı. Robert Wornum da, önde gelen konsol piyano yaratıcılarındandı. 1860 yıllarında konsol piyano, kare piyanonun yerini aldı. Besteci Chopin, daha yumuşak sesli olmaları nedeniyle konsol piyanoları, kuyruklu konser piyanolarına yeğliyordu.

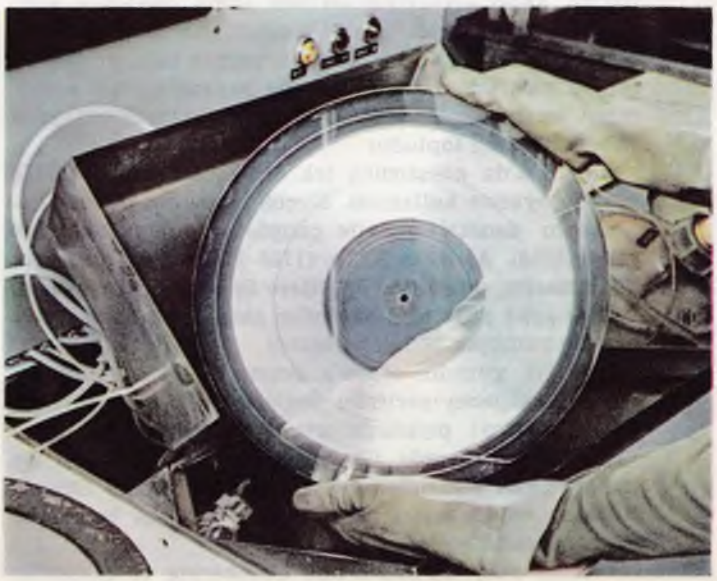
PLAK ÜRETİMİ

SES, basınç değişmelerinin kulakta oluşturduğu etkidir. Sesin şiddeti ile frekansı, kulakta yükseklik ve tizlik etkisi uyandırır. Müzikal seslerin, temel dalga biçimi üstünde üst sesleri ya da harmonikleri vardır. Kayıt sırasında basınç değişmeleri, MİKROFON yardımıyla elektrik sinyallerine *dönüştürülür*, şiddetlendirilir ve 30-20 000 Hertz frekanslar arasında MAGNETİK BANT'a kaydedilir. Bitmiş plağın içerdiği frekansların dağılımını ayarlamak ve plak hışırtısını önlemek için, birçok elektrik işlemi uygulanır. Çalma sırasında kullanılan YÜKSELTİCİ, bu işlemleri tersine uygular. Plağın bütün pikaplarda nitelikli ses vermesi için, işlemlerin uluslararası standartlara uygun olma-

Mastar tornasından alınan siyah vernikli kalıbın, gümüş kaplanması için bir kaba yerleştirilmesi. (üstte) Kalıp temizlenip kimyasal işlemden geçirildikten sonra, püskürtülen gümüş nitrat çözeltisi, gümüş kaplamanın temelini oluşturur. İnce gümüş tabakasına, «mastar kalıp» adı verilir. Bu tabaka, vernikli tabakadan çıkarılıp, elektrolizle kaplama işleminde katot olarak kullanılır.

Kalıbın elektroliz işlemi için çözeltiye sokulması. (üstte) Çözeltinin arılığı, sürekli olarak denetlenir.

Gümüş kaplı vernikli diskin, gümüş tabaka alınmadan önceki görünümü. (altta)

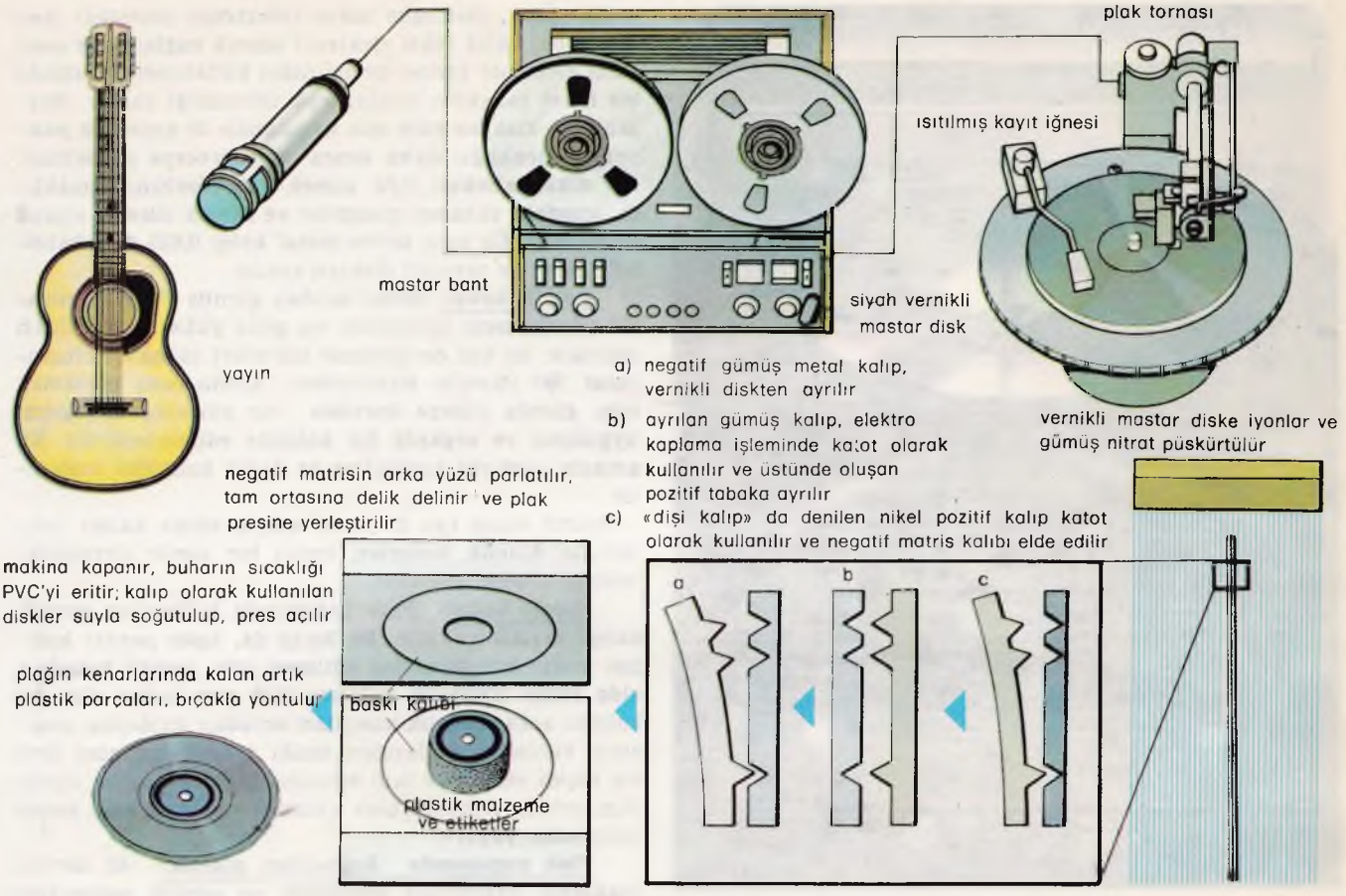


sı gerekir.

Modern stereo kayıt yöntemlerinde, çok sayıda mikrofon kullanılarak, 50 mm enindeki bir bant üstüne, saniyede 38 cm hızla 24 kanal üstünden kayıt yapılır. Miksaj işlemi, bu kanalların istenilen müzikal dengeyi sağlayacak biçimde ayarlanarak, sesin, «*mastar bant*» adı verilen 6,2 mm genişlikteki çift kanallı bant üstüne kaydedilmesidir.

Mastar disk: Plak üretimi, vernikli mastar diskin üretimiyle başlar. Kaydedilen magnetik sesler yeniden elektriksel sinyallere dönüştürülerek, diske yiv açıcı düzeneği içeren elektromekanik sisteme (safir ya da yakuttan yapılan *kayıt iğnesi)* verilir. Özel amaçlı bir TORNA tezgâhında, değişmez hızla dönen ağır bir tabla vardır. Üstüne yiv açılan plastik ortamsa, alüminyum disk üstüne kaplanmış nitroselüloz vernik tabakasıdır.

Ayarlanabilen bir ağırlıkla, yivlerin derinliğinin

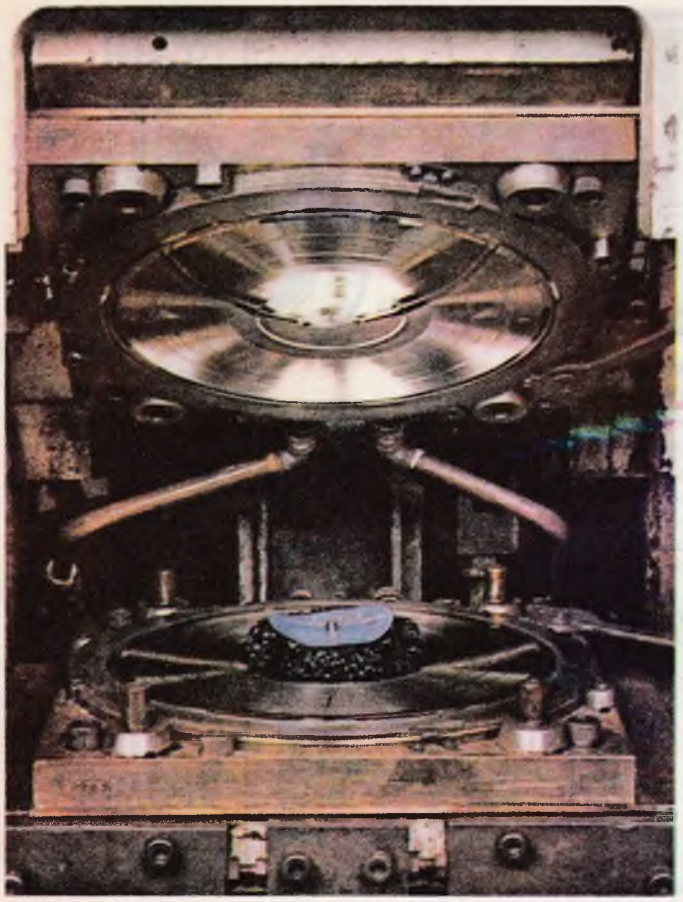


Plak üretiminin aşamaları. (üstte) Önce mastar banda kayıt yapılır. Plağın niteliği, her aşamada gösterilen titizliğe bağlıdır.
Pozitif kalıbın baskı kalıbından ayrılması. (altta) Bundan sonraki işlemler, baskı kalıbının arka yüzünün düzeltilmesi, ortasına delik açılması ve bir kalıpta basılmasıdır.

aynı kalması sağlanır. Kayıt iğnesi, yukarı, aşağı ve sağa, sola hareket ederek 45/45 derecelik stereo yivi açar (Bk. PİKAP). Torna aygıtı bütünüyle otomatiktir ve sarmal yivler arasındaki uzaklığı kendiliğinden ayarlar. Bu yöntem «*değişken adımlı*» diye adlandırılır. 30 cm'lik 33 devirli plağın bir yüzünde, 35 dakikalık çalma süresi sağlanır. İlerletme vidası üstünde yeralan kayıt iğnesi, plak döndükçe içe doğru ilerler ve cm başına düşen yiv sayısı, 55-160 arasında değişir. Kesim sırasında çıkan plastik parçaları, kesim noktasına çok yakından uygulanan emme işlemiyle plağın üstünden toplanır. Yiv yüzeylerinin düzgün olması, mastar diskin yapıldığı malzemedeki verniğin niteliği, kayıt iğnesinin biçimi ve sıcaklığı gibi etkenlere bağlıdır.

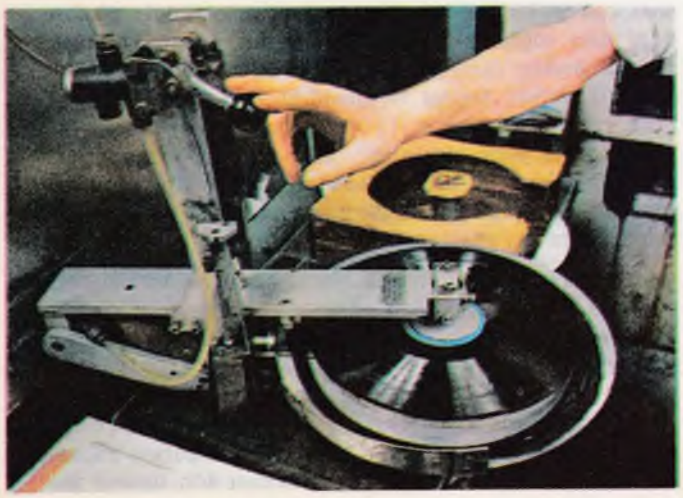
Kesilen yivin derinliği 0,05 mm, yivin çeperleri arasındaki açı 90 derece, tabanının yarıçapıysa 0,005 mm'dir. Çalmak için kullanılan iğnenin uç açısı 59 derece, ucunun yarıçapıysa 0,015 mm'dir.

Mastar kalıp: Vernikli mastar iyice temizlenir, bazı maddelerle işlemden geçirilerek, yüzeyinin su çekici özellik kazanması sağlanır. Daha sonra, kalay klorür çözeltisiyle duyarlı hale getirilir. Kalay iyonları yüzeye tutunur. Bu iyonlar, yüzeye püskürtülen amonyaklı gümüş nitrat çözeltisi için ve indirgeyici çözeltinin etkisiyle oluşan gümüş için, çekirdek görevi yaparlar. Aynaya benzeyen gümüş tabakası son derece in-



Presleme işlemi. (üstte) PVC hamuru ve etiketler yerleştirildikten sonra, aygıtın kapağı indirilerek, otomatik olarak çalışması sağlanır. Buharla ısıtılan ve suyla soğutulan aygıt, bir plağı 40 saniyede basar.

Resimdeki (altta) aygıtla, plak kenarındaki çapaklar temizlenir. Artıklar yeniden eritilerek, 45 devirli plakların yapımında kullanılır.



cedir. Ama, çözülmüş nikel (elektrolit çözeltisi) içeren kaba, *katot* (eksi elektrot) olarak bağlanır ve *anot* (artı elektrot) yerine de arı nikel kullanılırsa, üstünde bir nikel tabakası oluşturacak iletkenliği sağlar. Başlangıçta kısa bir süre için uygulanan 35 derecelik banyonun sıcaklığı, daha sonra 60 dereceye yükseltilir. Arı nikel tabakası elde etmek için çözeltinin sıcaklığı, içindeki yabancı maddeler ve asitlik sürekli olarak denetlenir. Üç saat sonra metal kalıp 0,625 mm kalınlığa ulaşır ve vernikli diskten ayrılır.

Pozitif kalıp: Metal kalıbın gümüş yüzeyi kimyasal yöntemlerle temizlenir ve gene yukarda anlatılan teknikle, bu kez de üstünde bir nikel tabakası oluşturulur. İki yüzeyin birbirinden ayrılmasını sağlamak için, gümüş yüzeye önceden bir yükseltgeme işlemi uygulanır ve organik bir koloidle edilginleştirilir. Bu amaçla, çözünür kromatlar ve doğal koloidler kullanılır.

Pozitif kalıp (ya da öteki adıyla «*dişi*» kalıp) çalınabilir. Küçük kusurlar, kesici bir aletle stereomikroskop altında giderilir.

Matris kalıp: Plak yapımında kullanılan gerçek kalıp, matris kalıptır. Bu kalıp da, tıpkı pozitif kalıbın metal kalıptan elde edilmesi gibi, pozitif kalıptan elde edilir. Kalınlığı yalnızca 0,25 mm kadar olan bu kalıbın arkası, küçük kusurları ortadan kaldırma amacıyla cilalanır, kullanılan baskı maddesine göre özel bir biçim verilir ve tam ortasına bir delik açılır (delik tam ortada olmazsa, plak çalınırken pikap kolu yanal salınımlar yapar).

Plak yapımında kullanılan plastik: 45 devirli plakların yapımında polistiren ve akrilik polimerler kullanılır. 33 devirli plaklar içinse, genellikle % 14 oranında vinil asetat içeren, kopolimer bileşiminde polivinil klorürden (PVC) yararlanılır. İğne-yiv ilişkisi, plağın fiziksel ve mekanik özellikleri ve kalıp koşulları yönünden bütün gereksinimleri en iyi biçimde karşılayan bu maddenin içinde, oranı yüzde biri geçmeyen katkı maddeleri bulunur: Plağın kalıptan kolayca ayrılmasını sağlayan ve aşınmasını engelleyen yağlar; renk veren karbon; PVC'nin ayrılmasını önleyen ısıl dengeleyici; vb. Isıl dengeleyici, kalay, kurşun ve kalsiyum gibi metallerden oluşan organik bir bileşiktir.

Polimer ile katkı maddeleri, dakikada 1 500 devir yapan bir makinada karıştırılır. Bu işlem sonunda sıcaklık 100 dereceye kadar yükseldiğinden, elde edilen karışım soğutma aşamasından geçer ve elektrikle ısıtılan bir aygıt yardımıyla tanelenir. Taneler su içinde soğutulur. Elde edilen kuru karışım, plağın her baskısı için, kalıba verilmeden önce bir yumuşatıcı aygıta gönderilir ve 160 dereceye kadar ısıtılır.

Plak kalıplama: Yarı otomatik preslerin yanı sıra, plağı zarfına bile yerleştiren bütünüyle otomatik üretim makinaları da yaygınlaşmaktadır.

Özellikle 30 cm'lik 33 1/3 devirli plakların üretiminde, sıkıştırmayla kalıplama yöntemi yeğlenir. Plastik tanelerden oluşan sıcak karışım, üstüne yapıştırılacak etiketlerle birlikte, iki dökme bloğa yerleştirilen kalıpların arasında sıkıştırılır. Bloklarda, içinden bu-

har geçen ısıtma boruları ile su soğutma boruları vardır. Kalıpta oluşan basıncın değeri 160 kg/cm², buhar ve suyun basınçlarıysa 10 kg/cm² kadardır. Kalıplama işlemi, elektromekanik ya da elektronik olarak denetlenir ve 17,5 cm'lik plaklar için 15 saniye, 30 cm'lik plaklar için de 25 saniye sürer. Plak presten alındıktan sonra, kenarlardaki çapaklar bir bıçakla temizlenir.

17,5 cm'lik plakların çoğu, enjeksiyon yöntemiyle üretilir. Kalıp basınç altındayken, içine sıcak plastik enjekte edilir. İkiz kalıpla çalışılarak, her baskıda iki plağı birden basmak da olanaklıdır. Bir başka yöntemde de, çok kısa bir sürede art arda enjeksiyon ve sıkıştırma işlemleri uygulanır.

PLANCK, MAX (1858-1947)

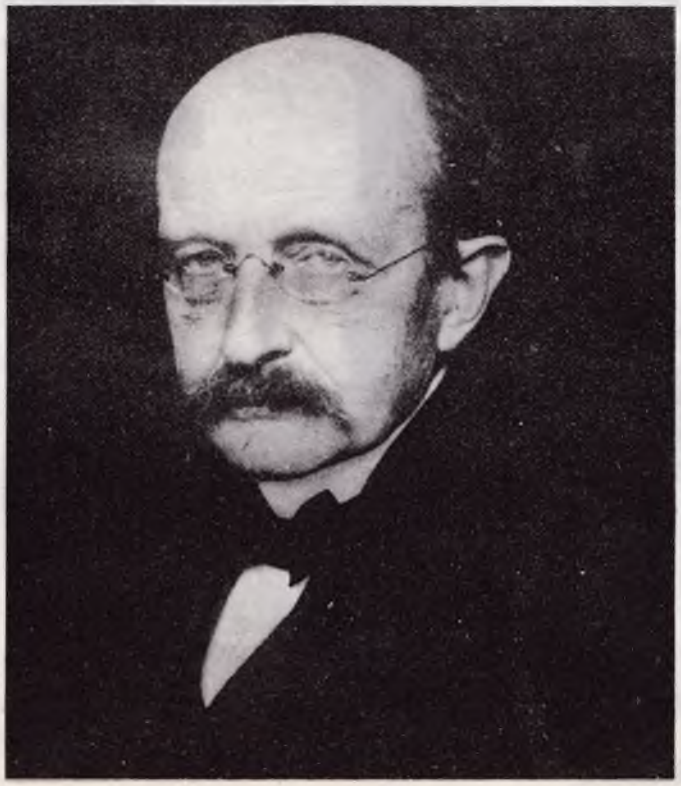
Max Planck, 1858'de Kiel'de (Almanya) doğdu. Orta ve yüksek öğrenimini Münih'te tamamladı. Sonra, söz konusu dönemin en büyük fizikçileri olan Herman Von Helmholtz ile Gustav KİRCHHOFF'un öğretim üyesi olduğu Berlin Üniversitesi'ne geçti. «TERMODİNAMİK» adı verilen ısı bilimiyle ilgilendi. Doktora tezini bu konuda verdi; yayınladığı yazılar sayesinde, Kirchhoff'un ölümünden sonra Berlin Üniversitesi'nde profesörlüğe atandı.

42 yaşında ünü yaygınlaşan Planck, enerjinin kuvantum kuramını bulup, 1918 Nobel ödülünü kazandı. Bütün elektromagnetik dalgaların (ışık, ısı, radyo dalgaları gibi), sürekli yayılan dalgalar halinde değil, ayrı ayrı paketler ya da kuvantumlar biçiminde varolduğunu ilk olarak ortaya çıkardı.

Ne var ki, öne sürdüğü kuram konusunda kaygılıydı. Kısa dalgaboylarında elverişsiz olduğunu kanıtladığı MAXWELL'in klasik elektromagnetik ışınım kuramına, bütünüyle inanıyordu. Ayrıca, ışınım kuvantumunun enerjisini, ışınım frekansıyla ve küçük bir değişmezle belirleyen kuvantum kuramının matematiksel formülünü de doyurucu bulmuyordu. Ömrünün sonuna kadar, inandığı klasik fizik ile kendi bulduğu modern fiziği birleştirmeye çalıştı.

Günümüzde *h* ile gösterilen *Planck değişmezi*, doğanın ana değişmezlerinden biridir (ışığın boşluktaki hızı gibi). Atomların yapısı ve ışınım soğurup salmaları, bu değişmezle açıklık kazanır.

Max Planck.



PLANCK DEĞİŞMEZİ Bk. KUVANTUM KURAMI

PLANETARYUM Bk. YILDIZ DÜŞÜRGECİ

PLANET DİŞLİ MEKANİZMALARI

Planet hareketi ilk kez, eski Yunan gökbilimcilerince, gezegenlerin hareketini gösteren bir modelde kullanılmıştır. DİŞLİ ÇARKLAR'dan oluşan planet mekanizmasında, bir ya da daha çok sayıda dişlinin merkezi, bir başka dişlinin çevresinde bir çember çizer.

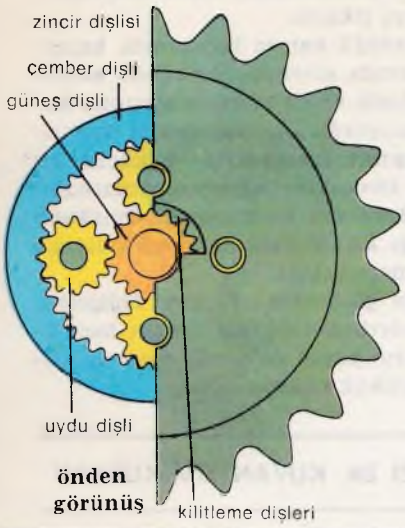
Planet mekanizmasının üstünlüğü, fazla yer kaplamadan ve dişlilerin birbirlerine geçirilip ayrılmasına gerek kalmadan, bir dizi dişli oranı sağlamasıdır. Bunlara, OTOMATİK TRANSMİSYON sistemlerinde sık sık raslanır. Göbekten vitesli BİSİKLET'lerin göbek dişlisi de planet mekanizması biçimindedir.

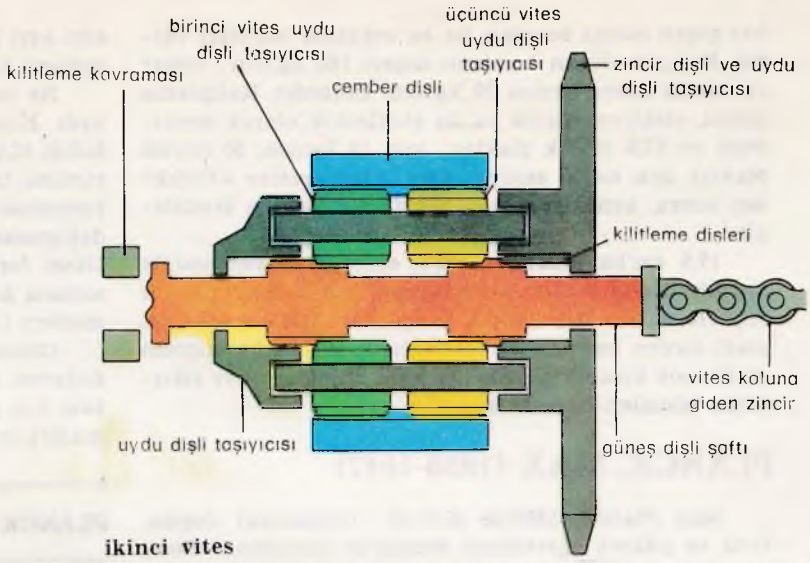
Planet dişli mekanizması üç ana parçadan oluşur: Bir *güneş* dişli; bir taşıyıcı üstüne monte edilmiş bir ya da daha çok sayıda *uydu* dişli; bir *çember* dişli.

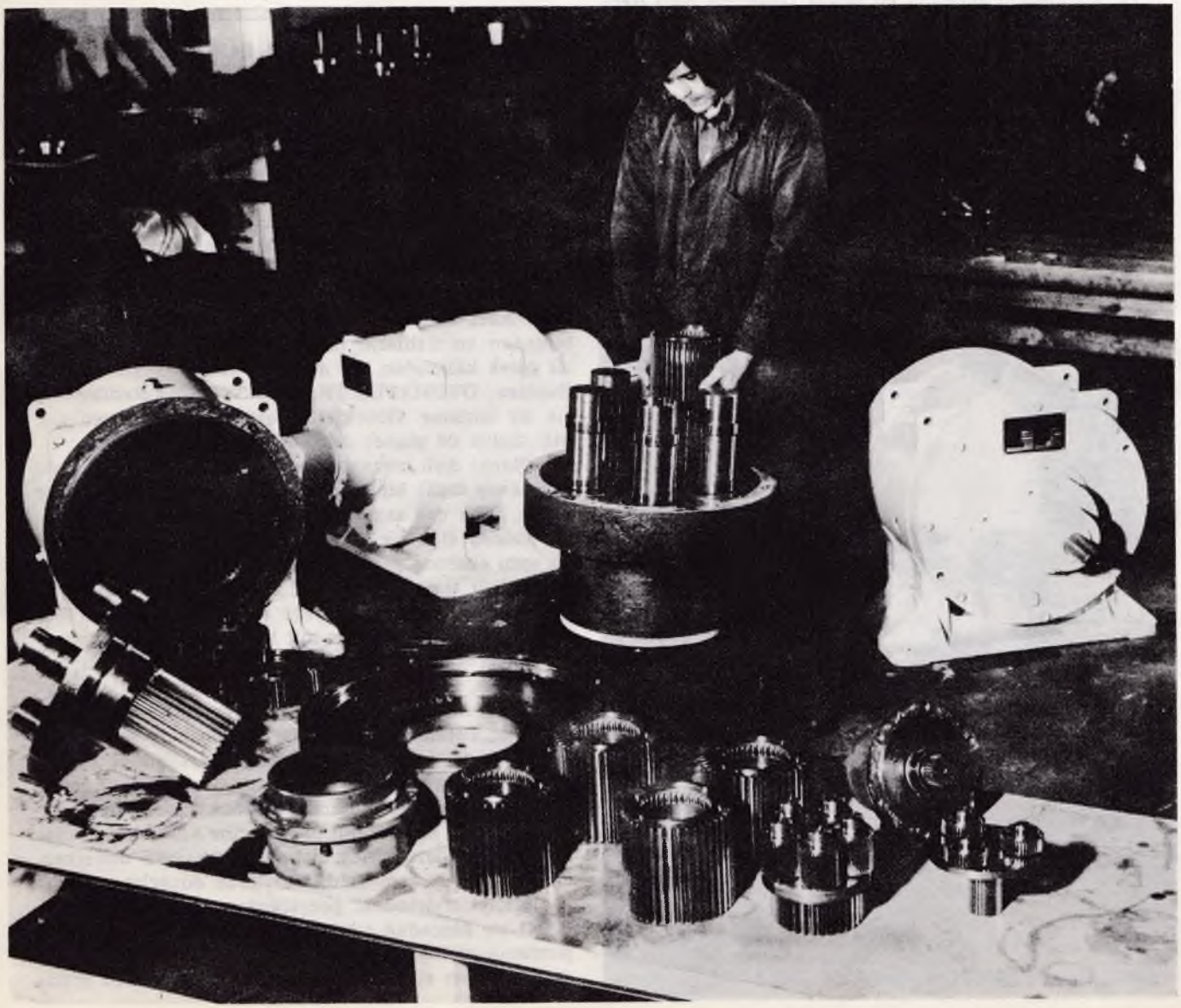
Güneş dişli bir şafta takılır. Uydu dişli taşıyıcısı da, aynı eksende yeralan başka bir şafta monte edilir. Uydu dişli taşıyıcısı, şafta dik duran bir ya da daha çok koldan oluşan bir direğe benzer. Bu kolların her birinde, şafta paralel bir mil bulunur. Millerin üstündeyse, serbestçe dönebilen birer uydu dişli takılıdır. Genellikle, yükü dağıtmak için, üç uydu dişliden yararlanılır. Ama bunlar birbirinin aynıdır ve sayılarının artması, sistemi etkilemez. Uydu dişliler, şafttan ve birbirlerinden eş uzaklıkta yeralırlar; güneş dişliye geçip, onun çevresinde dönerler. Çember dişliyse, iç yüzeyinde dişler bulunan bir jant ya da halkadır. Çember dişli, sistemi bütünüyle içine alır ve uydu dişliler, bir yandan güneş dişlinin çevresinde dönerken, bir yandan da çember dişli üstünde dönerler.

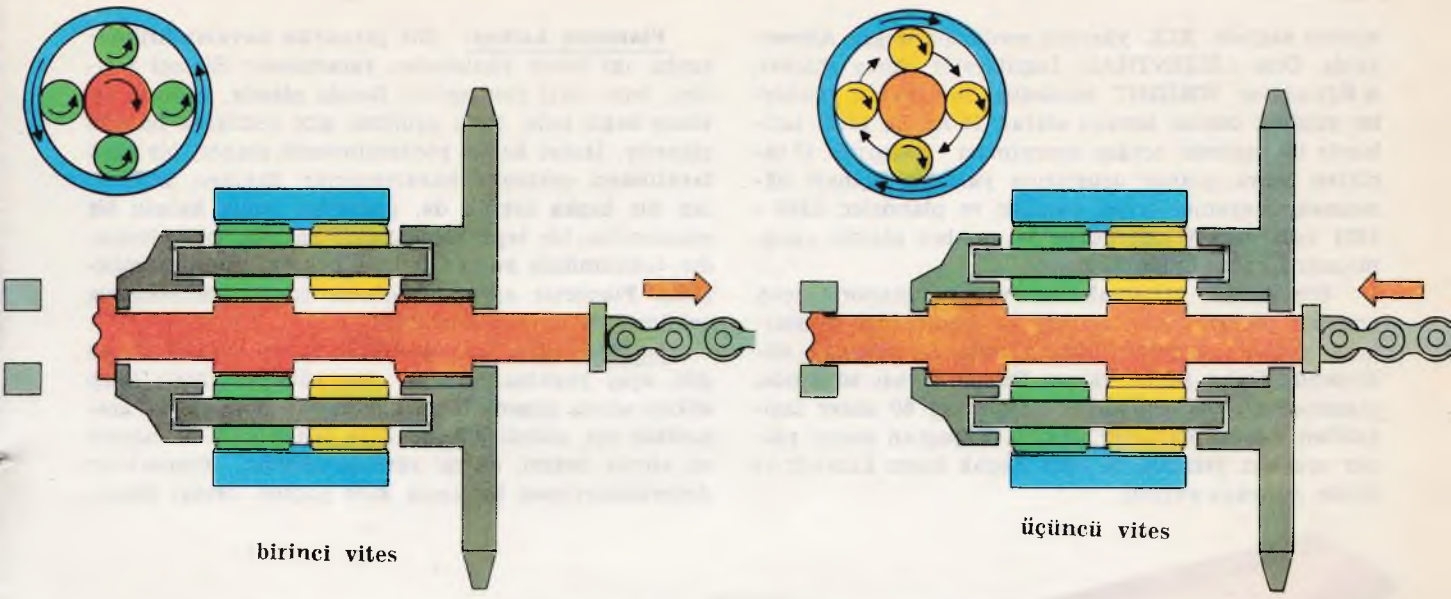
Sistemin içindeki parçalardan birinin çevrilip, ikinci bir parçadan çıkış gücünün alınması ve üçüncü parçanın dönmeyecek biçimde kilitlenmesiyle, değişik dişli oranları elde edilir. Sözgelimi, güneş dişli çevri-

PLANET DİŞLİ MEKANİZMALARI









3 vitesli bir bisiklet göbeği dişlisi. (üstte) İki güneş dişli taşıyan kayıcı bir şaftı ve zincir dişliyle bir bütün halindeki tek bir uydu dişli taşıyıcısına monte edilmiş iki takım uydu dişlisi vardır. Zincir dişlide, güneş dişliyi kilitleyebilecek bir iç dişli bulunmaktadır. Bir çember dişli, iki uydu dişli takımını çevrelemektedir. Çember dişli, bir avara mekanizmasıyla (resimde gösterilmemiştir) bisikleti sürer. İkinci viteste, güneş dişlinin şaftı yarı yarıya ileri çekilir. Böylece, hem uydu dişlilere geçer, hem de zincir dişliye kilitlenir. Bütün sistem kilitlenerek, zincir dişliyle aynı devirde çevrilir. Birinci viteste, şaft sağa çekilerek zincir dişliye kilitlenir. Birinci takım, uydu dişliyle kilitlenip onları geri çevirir. Uydu dişliler, çember dişliyi kendileriyle birlikte yavaş yavaş geriye çevirirler. Böylece, uydu dişli taşıyıcının hızla ileri dönme hareketine oranla, çember dişlinin yavaş yavaş öne dönmesi sağlanır. Üçüncü viteste, güneş dişli sola çekilerek, bir kilit kavramasıyla hareketsiz tutulur ve sağdaki uydu dişlilere geçer. Uydu dişli taşıyıcısı, güneş dişlinin çevresinde döner. Böylece, uydu dişliler ileriye döner. Bunlar çember dişliyi, kendileriyle birlikte, zincir dişliden daha hızlı çevirirler.

400:1 oranında hız düşürebilen büyük bir planet dişli mekanizması. (solda)

---

lip çember dişli kilitlenirse, uydu dişli taşıyıcısı, güneş dişliyi aynı yönde ve daha düşük bir hızla izleyecektir. Uydu dişli taşıyıcısı kilitlenirse, çember dişli, güneş dişliyle aynı hızda, ancak ters yönde dönecektir. Uydu dişli taşıyıcısı çevrilip güneş dişli kilitlenirse, çember dişli aynı yönde daha hızlı olarak dönecektir. Bütün sistemin olduğu gibi kilitlenip, hareketin şafta benzer biçimde doğrudan iletilmesi gibi başka düzenlemeler de yapılabilir.

Planet dişli mekanizmalarının birçok çeşidi vardır. Hareket ileten bir sistemde art arda sıralanmış birçok planet dişli mekanizması bulunabileceği gibi, uygun uydu dişliler ve çember dişlilerle donatılmış çeşitli boyutlardaki güneş dişliler, tek bir planet dişli mekanizmasına da takılabilir. Sistemdeki her dişlinin değişik sayıda dişi bulunur ve her biri, çevrilen bir şafta, bir fren ya da debriyajla kilitlenebilir.

Planet dişli mekanizması biçimindeki bisiklet göbeği dişlisi, oldukça yalın bir mekanizmadır. Çok kullanılan bir modelde, dişlilerin seçimi, dişliler üstündeki kare biçimli deliklere girebilen, kare biçimli bir pimle yapılır. Pim, vites kolundan gelen bir kabloyla çalışır. Birinci vites, güneş dişlilerin birinin kilitlenmesiyle, üçüncü vites, ikinci güneş dişlinin kilitlenmesiyle, ikinci vites de (ya da «normal» vites) her ikisinin kilitlenmesiyle elde edilir. Planet dişli mekanizması biçimli bisiklet göbeği dişlilerinin bazılarında KONTRAPEDAL FREN bulunur; bazılarında da bulunmaz. Bir kontrapedal fren ile iki vitesi olan ve ters pedal çevirmeyle çalıştırılan bisiklet göbekleri de vardır. Bu tür göbeklerde, vites değiştirmek için, pedallar belli bir miktar geri çevrilir. Pedallar daha çok geri çevrildiğinde, fren yapılır.

PLANÖR

Planör, kısaca, «motorsuz UÇAK» olarak tanımlanabilir. Planörle uçuş, bir spor olarak, Birinci Dünya savaşından önce Almanya'da Rhön dağlarında başladı. O tarihten önce planör uçuşları, insanların uçma çabalarının bir bölümünü oluşturuyordu.

Havacılığın ilk günlerinde, hafif motorların bulunmaması, uçuş alanında gelişmeyi engelledi ve havacılar, uçmak için yalın planörler kullanmak zorunda kaldılar. Bu nedenle, planörün tarihi, motorlu uçakların tarihinden daha eskidir.

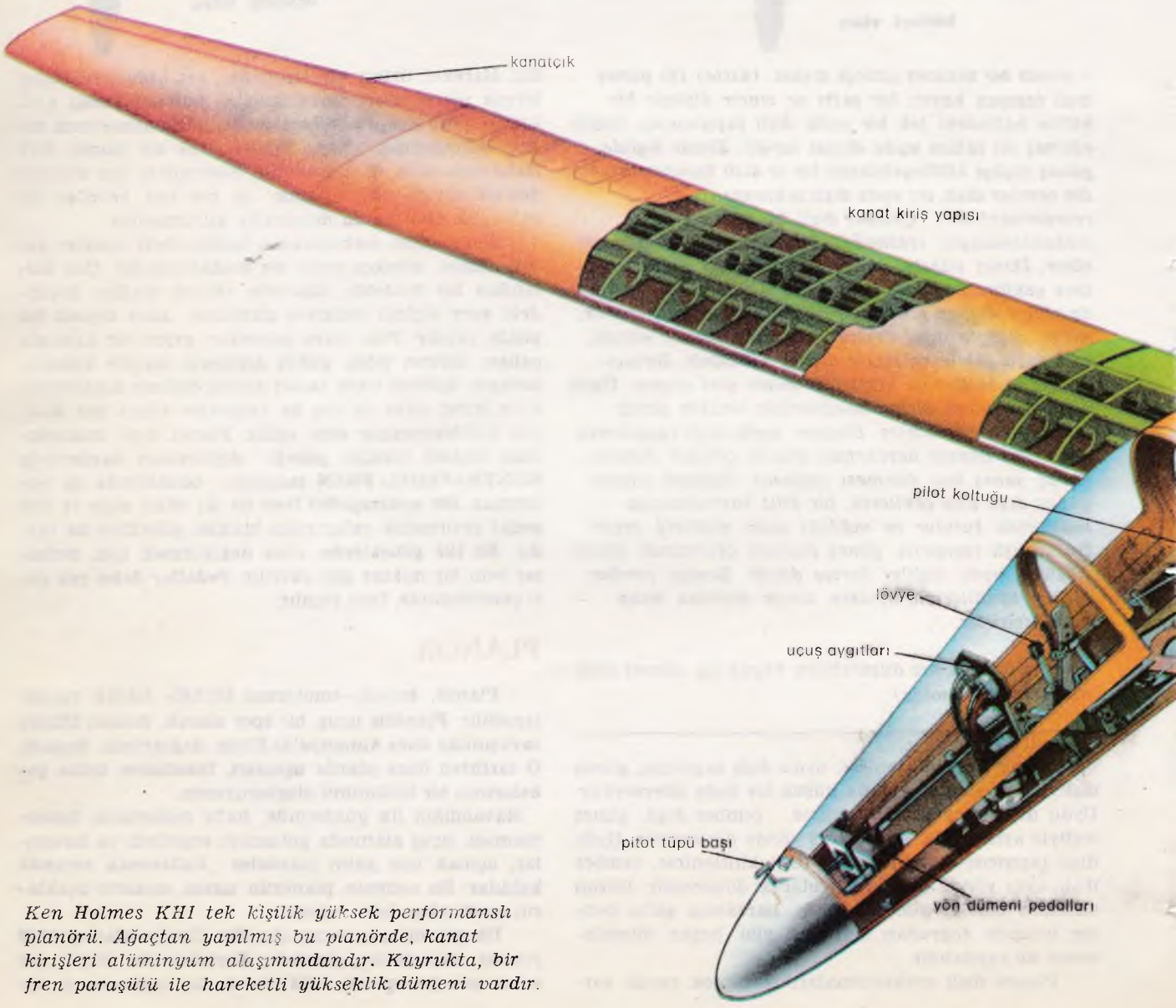
İlk planör yapımcısı olan Sir George Cayley, 1849 yılında yaptığı bir planörle, Yorkshire'da küçük bir erkek çocuğu uçurdu. 1853 yılında da, arabacısının uç-

masını sağladı. XIX. yüzyılın sonlarına doğru Almanya'da Otto LİLİENTHAL, İngiltere'de Percy Pilcher, A.B.D'ndeyse WRİGHT kardeşler tarafından planörler yapıldı; bunun sonucu olarak 16 Aralık 1903 tarihinde ilk motorlu uçağın uçurulması başarıldı. O tarihten sonra, planör uçuşlarına yalnızca uçmayı öğrenmek isteyenler önem verdiler ve planörler, 1920 - 1921 yıllarında Wasserkuppe'de yapılan planör yarışmalarına kadar önemini yitirdi.

Söz konusu yarışmalardan sonra, planörle uçuş, bir spor olarak bütün Avrupa'ya yayıldı. İlk uluslararası planör yarışması, 1937 yılında Almanya'da düzenlendi. Daha sonra, İkinci Dünya savaşı sırasında, taşımacılık amacıyla küçük araçlar ve 60 asker taşıyabilen büyük planörler yapıldı. Savaştan sonra planör uçuşları, yeniden bir spor olarak önem kazandı ve bütün dünyaya yayıldı.

Planörün kalkışı: Bir planörün havalandırılmasında, iki temel yöntemden yararlanılır. Birinci yöntem, telle çekiş yöntemidir. Bunda planör, motorlu bir vince bağlı telle, tıpkı uçurtma gibi çekilerek havaya çıkarılır. İkinci kalkış yönteminde ise planör, bir uçak tarafından çekilerek havalandırılır. Eskiden kullanılan bir başka teknik de, planörün lastik halatlı bir mancınıkla, bir tepe kenarından boşluğa fırlatılmasıdır. Günümüzde bu yöntemden pek yararlanılmamaktadır. Planörler ayrıca, otomobil ya da kamyonlarla çekilerek de havalandırılabilir.

Uçuş: Planör, havalandıktan sonra sürekli olarak düz uçuş yapamaz, az da olsa yükselti yitirir (başı ufkun altına düşer). Ufukla planörün uçuş çizgisi arasındaki açı, «*süzülüş açısı*» diye tanımlanır. Bu açının en büyük değeri, *en iyi süzülüş açısıdır*. Planörlerin değerlendirilmesi bu açıya göre yapılır. İkinci Dünya



Ken Holmes KHI tek kişilik yüksek performanslı planörü. Ağaçtan yapılmış bu planörde, kanat kirişleri alüminyum alaşımındandır. Kuyrukta, bir fren paraşütü ile hareketli yükseklik dümeni vardır.

savaşından önce, yüksek performanslı bir planörün en iyi süzülüş açısı yaklaşık 1:25'ti. 1955 yılından sonra, planörler geliştirildi ve 1:35'lik ortalama süzülüş açısı sağlandı. Söz konusu gelişme, planörlerin yapımında gene geleneksel çam, vb. ağaçlardan yapılan kontrplakların kullanılmasına karşılık, yüzey kaplamaların geliştirilmesiyle ve laminer (düzgün) AEROFOİL'lerin kullanılmasıyla sağlandı. Günümüzde planörlerde fiberglas yapı malzemeleri ve sentetik reçineler kullanılmakta ve 1:50'lik süzülüş açıları sağlanmaktadır. Bu plastik maddeler, modern yarışma planörlerine, önceki planörlerdekinden daha yüksek hızlarda, daha iyi süzülüş açıları vermekte ve çok düzgün aerodinamik yüzeyler oluşturmaktadır.

Günümüzde yapılan yarışmalarda, planörler üçgen biçimli bir çizgi izlerler. Yarışmacılar, bu üçgeni en kısa zamanda uçmak zorunda olduklarından, pla-

Bir modern planör iniş sırasında. (üstte) Paraşüt, bir hava freni görevi yapmakta ve planörün küçük alanlara inişini sağlamaktadır. Modern planörlerin çoğunda, çıkarılabilen kanatlar vardır.

Birinci Dünya savaşından önce Almanya'da spor amacıyla ilk planör uçuşlarının yapıldığı, Wasserkuppe tepesi. (altta) 1925'te çekilmiş olan bu fotoğrafta, bir planörün tepeye çekilişi görülmektedir. İlk kez 1920'lerde yapılan planör yarışları, daha sonra bütün Avrupa'ya yayılmıştır. Günümüzde de, dünyanın birçok ülkesinde planör yarışmaları yapılmaktadır.

nörlerde en az yükseklik yitimi büyük önem kazanır. Pilot, aracı havalandırdıktan sonra, planörün «çöküş» hızından daha büyük bir hızla yükselen bir hava akımı bulmak zorundadır. Böylece istenen yüksekliği bulan pilot, olabildiğince kısa bir sürede, istenen yöne yönelir. Sürekli olarak yükseklik yitiren planör, yukarı doğru yeni bir hava akımı bulduğunda, gene yükseklik kazanır. Planör uçuşlarında genellikle ısıl hava akımlarından yararlanılır. Ayrıca, yüksek tepe yamaçlarından yukarı doğru yükselen hava akımları da kullanılabilir.

Planörün uçuş kumandaları, uçaktakilere benzer. Bazı planörlerde, küçük alanlara inişi kolaylaştırmak ve hızı kesmek için hava frenleri bulunur. Hava freni olarak kuyruk paraşütü kullanan planörler de vardır. Planör yarışlarına katılan araçlar, uçaklarda olduğu gibi, hava hız göstergesi, altimetre (yükseklik göstergesi), varyometre (iniş hızı göstergesi) ve öteki uçuş aygıtlarıyla donatılmaktadır. Bu tür planörlerde ayrıca, oksijen donanımı, radyo, kanatlar içinde taşınan ve hız artışı sağlayan su safraları, en iyi süzülüş açısı veren bazı donanımlar da kullanılır.

Planör türleri: Günümüzde çeşitli türlerde planörler vardır. Bunlar, tek ve iki kişilik olarak ikiye ayrılır. İki kişilik planörler genellikle eğitim uçuşlarında, uçuş kumandalarının öğretilmesinde ve iniş-kalkış eğitimlerinde kullanılmaktadır. Uçuş eğitimi için kullanılan planörlerin çoğu, ağaç yapılı eski türlerdir. Ama bazı planörlerde motor da bulunur. Bu motorlar, küçük olmalarına karşılık, eğitimin çeşitli hava koşullarında yapılabilmesini sağlamaktadır. İleri uçuş tekniklerinin öğretilmesinde kullanılan eğitim planörleriyse, gene iki kişilik, ama yüksek performanslı ve hafif metal alaşımlarından yapılmış modern araçlardır.

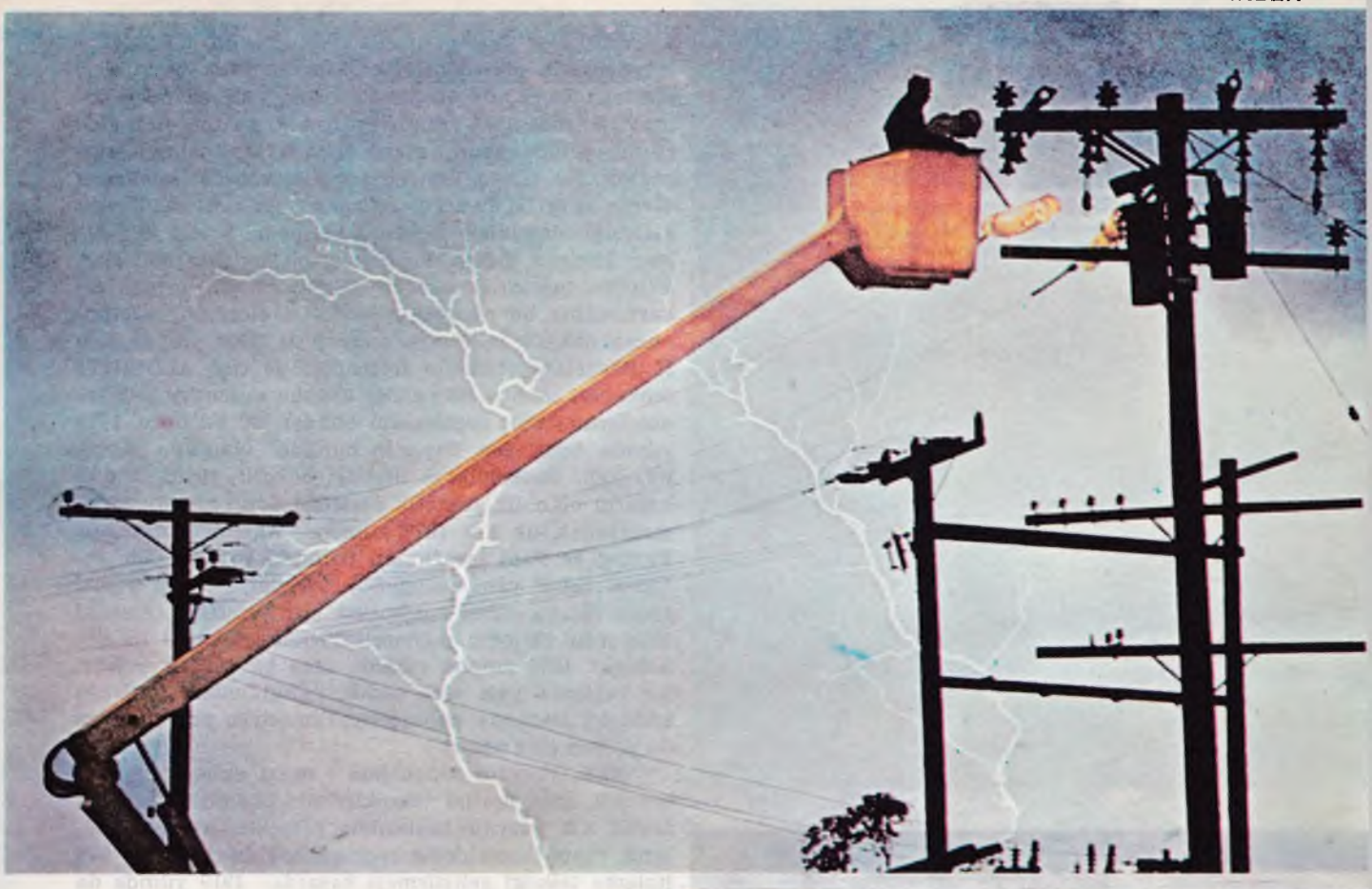
Tek kişilik planörler, çeşitli biçim ve büyüklükte olabilir. Modern fiberglas yarış planörlerinin kanat açıklıkları, Standart Sınıf kurallarına göre 15 m, Açık Sınıf kurallarına göre de 23 m'ye kadar olabilmektedir.

Ağaç yapılı eski yarış planörleri, günümüzde spor uçuşlarında kullanılmaktadır.

PLASTİKLER

Plastik, istenilen biçimi alabilen anlamına gelen yunanca «*plastikos*» sözcüğünden gelir. Plastiklerin başlıca özelliği, kolayca biçim değiştirmeleri ve kalıplama ya da HADDELEME gibi işlemlerle çeşitli biçimlere sokulabilmeleridir. Plastikler, yüksek molekül ağırlıklı organik MOLEKÜL'lerden ya da polimerlerden oluşurlar. Organik moleküller ve polimerler, birbirine kimyasal olarak bağlı birimlerin yinelenmesiyle ortaya çıkan zincir yapılardır. Plastikler iki gruba ayrılabilir: Temel zincir yapısı *selüloz* gibi bir doğal üründen türemiş olan *yarı sentetik* plastikler; küçük birimlerden ya da monomerlerden kimyasal yolla yapılmış zincirleri içeren *tam sentetik* plastikler. Bir polimerin, bileşenleri olan monomerlerden oluşturulma sürecine, «*polimerleştirme*» adı verilir.

Ticari olarak yapılan ilk plastikler, yarı sentetiktir. Bunlar, genellikle pamuk artıklarından elde edilen KARBONHİDRATLAR'dan biri olan selülozdan türetilmiştir. 1862 yılında İngiliz kimyacı Alexander Parkes, kolayca kalıplanabilen ve biçimlendirilebilen, «Parkesine» adlı bir plastik hazırlamıştır. Bu plastik, pamuk artıklarının nitrat ve sülfat asitlerinin karışımıyla tepkimeye girmesi sonucu oluşan bir *nitroselüloz* bileşiğine, hintyağı, biraz kafuru ve renklendirici maddeler katılarak yapılmıştı. Parkesine'ın küçük miktarlarda hazırlanması kolaydı, ama endüstri ölçe-



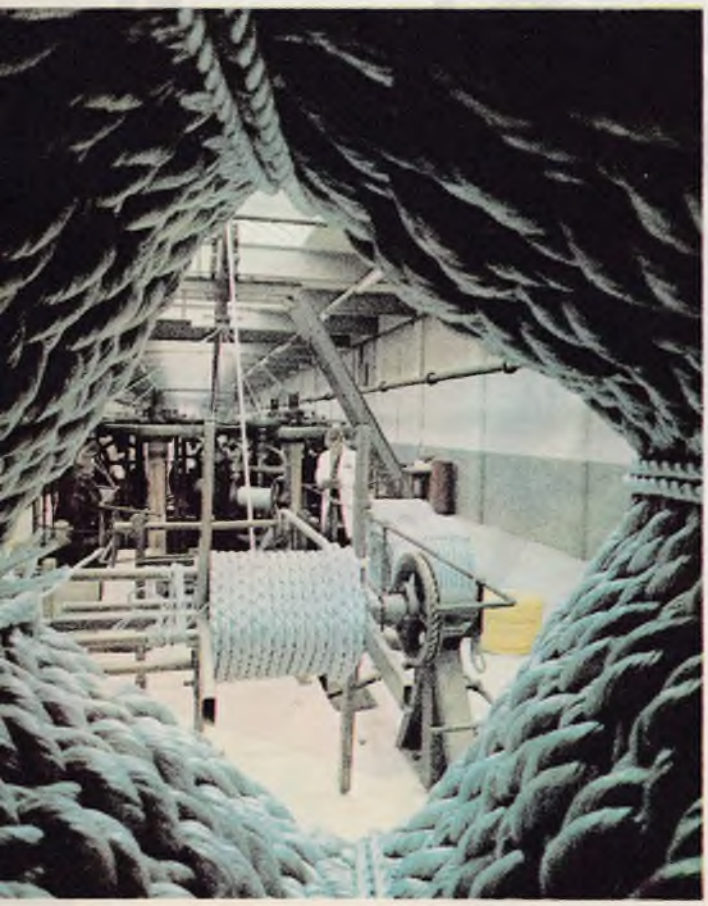
Fırtınalı bir günde, 16 000 voltluk elektrik iletkenlerinin onarılması. (üstte) Kaldırıcı aygıtın sepeti plastikten yapılmıştır. Genellikle iyi yalıtkan olan plastikler, yüksek gerilimin söz konusu olduğu yerlerde kullanılırlar.

Bir perspeks levhasından, ısıtılıp preslenerek yapılmış lavabolar. (sağda)

---

ginde üretimi başarısızlıkla sonuçlandı. 1870 yılında A.B.D'nde kimyacı John Wesley Hyatt, ticari bakımdan ilk başarılı plastik olan *selüloiti* Parkensine'a benzer biçimde, ama hintyağı yerine kafuru kullanarak hazırladı. Bu yeni madde, gözlük çerçeveleri, taraklar, bilardo topları, bıçak sapları ve fotoğraf filmi gibi çok çeşitli ürünlerin yapımında kullanıldı. İlk sentetik lif se, 1889 yılında, nitroselülozdan yapılan yapay ipekti.

Eski plastiklerin başlıca sakıncası, kolayca tutuşmalarıydı. Bu duruma nitroselüloz yolaçıyordu. Bu nedenle günümüzde, selüloz temelli plastiklerin hazırlanmasında, nitroselüloz yerine, selülozun bir başka esteri olan selüloz asetat kullanılmaktadır. Bu plastikler genellikle kumaş yapımında kullanılır. İşlenmiş selüloz ya da reyon,çözülüp yeniden çöktürülerek molekülleri kısaltılmış selülozdan oluşmuş lifli bir maddedir (Bk. LİF, SENTETİK).



Sentetik plastikler: İlk tam sentetik plastikler, endüstri ölçeğinde üretilmelerinden yıllarca önce ortaya çıkarıldı. 1838 yılında Fransız Regnault, vinil klorürün, güneş ışığının etkisi altında «reçineleşme»sini gözledi. Ne var ki, ürettiği ve günümüzde «*polivinil klorür (PVC)*» diye adlandırılan bu yeni maddenin getirdiği olanakları değerlendiremedi. Ertesi yıl, Alman kimyacı Simon, doymamış bir hidrokarbon olan *stiren*in, *polistiren* vererek polimerleştiğini ortaya çıkardı. Ama bu maddenin endüstri ölçeğinde üretimi, ancak doksan yıl sonra gerçekleşti. 1909 yılında Leo H. Baekeland, fenolün formaldehitle (Bk. ALDEHİT) tepkimesi sonucu elde ettiği ürünün patentini (ilk fenol-formaldehit reçinesinin bundan 30 yıl önce, 1872 yılında Adolf von Bayer'in bulmuş olmasına karşılık) aldı. Baekeland'ın ürettiği *bakalit*, ticari açıdan başarılı olan ilk sentetik plastiklerden biriydi. Metil metakrilat, ilk kez 1877 yılında, Alman kimyacıları Fitting ve Paul tarafından polimerleştirildi. Elde ettikleri ürün, yani *polimetilmetakrilat*, yarım yüzyıl sonra ortaya çıkan «perspeks» adlı plastiğin temelini oluşturdu. Etilenin polimerleştirilmesiyle ilgili ilk denemeler 1879 yılında yapıldı, ama bir plastik yerine, bir yağlama yağı elde edildi. Günümüzde, etilenin endüstri alanında polimerleştirilmesiyle, *polietilen* ya da *politen* elde edilir.

XIX. yüzyılın sonlarında ticari amaçla selüloit üretildi, ama üretim tekniklerinde önemli gelişmeler, ancak XX. yüzyılın başlarında gerçekleştirildi. Baekeland, fenol-formaldehit reçinesi bakalit için, bir kalıplama tekniği geliştirmeyi başardı. 1919 yılında da Eichengrün, selüloz asetatın enjeksiyon yoluyla kalıplanmasını sağlayan bir yöntem için patent aldı. Günümüzde enjeksiyon yoluyla kalıplama, plastiklere biçim vermede önemli bir tekniktir. Bu teknik kullanılmadan, birçok eşya ve aletin yapılması olanaksızdır.

Polistiren: 1920 yıllarında, plastiklerin kimyasal yapıları konusunda, özellikle Alman kimyacı Hermann Staudinger (1953 yılında, çalışmaları nedeniyle Nobel ödülü aldı) tarafından çok sayıda araştırma yapıldı. Staudinger'in araştırmalarını, daha sağlam temellere dayanan yeni plastiklerin ortaya çıkması izledi. Günümüzdeki plastiklerin en önemlilerinden biri olan polistirenin ticari üretimine 1930 yılında, Alman firması IG Farbenindustrie başladı. Polistiren üretiminin hammaddeleri, birbirleriyle tepkimeye girerek *stiren* ($C_6H_5\ CH=CH_2$) veren etilen ve benzendir. Daha sonra stiren, polistiren vermesi için polimerleştirilir. Polistiren molekülleri, stiren biçimlerinden oluşmuş zincirler içerirler ve aşağıdaki gibi gösterilirler:

$$—CH(C_6H_5)—CH_2—CH(C_6H_5)—CH_2—CH(C_6H_5)—CH_2—$$

Bir patates tarlasının, ısı ve nemi artırarak erken ürün almak için polietilenle örtülmesi. (solda üstte)

Hem sağlam olan, hem de kolaylıkla lif halinde çekilebilen polipropilenden, halat yapımı. (solda altta)

Polistirenle ilişkili olan başka plastikler de vardır: Sözgelimi, çarpmaya dayanıklı polistiren (polistiren ve KAUÇUK karışımı); ABS (stiren, *akrilonitril* ve *nitril kauçuğu*nun polimerleştirilmiş karışımı); SAN (stiren ve akrilonitrilin polimerleştirilmiş karışımı); ASA (stiren ile bir metakrilat esterinin polimeri). Birden çok türde monomerin polimerleşmesiyle oluşan SAN gibi polimerlere, genellikle «*kopolimer*» adı verilir. Polistiren plastikleri, kalıplanmış eşya ve elektrik malzemesi yapımında kullanılır. Polistiren köpükleriyse. ısı ve ses yalıtımı malzemesi olarak, çarpmalara karşı koruyucu ambalaj malzemesi olarak çok yararlıdır.

PVC: Başka bir önemli plastik de, ilk kez 1931 yılında Almanya'da üretilmiş olan polivinil klorürdür (PVC). PVC üretimi için hammaddeler, *vinil klorür* ($CH_2=CHCl$) verecek biçimde birbirleriyle tepkimeye giren etilen ve klordur. Vinil klorürün polimerleşmesiyle, aşağıdaki formülle gösterilen PVC oluşur:

$$—CHCl—CH_2—CHCl—CH_2—CHCl—CH_2—$$

PVC, kalıplanmış eşya üretiminde kullanılır ve çoğu kez bir plastikleştiriciyle karıştırılarak, yumuşayıp, daha esnek olması sağlanır. Plastik borular ve su olukları ile esnek plastik levhalar, genellikle PVC'den yapılır. Vinil klorür ile *vinil asetat*ın ($CH_2=CHCOOCH_3$) ya da *viniliden klorür*ün ($CH_2=CCl_2$) kopolimerleri de önemli plastiklerdir.

Poliolefinler: 1936 yılında bir İngiliz firması olan ICI, ilk alifatik *poliolefin* plastik olan polietilenin yapımını başardı. Olefinler, bir ya da daha çok sayıda çifte bağ içeren hidrokarbonlardır ve etilen ($CH_2=CH_2$), bu grubun en yalın üyesidir. Olefin, yaklaşık 200°C'ta ve 1 000 atmosfer basınç altında, $—CH_2—$ gruplarından oluşan yalın zincirler içeren polietilen molekülleri vererek polimerleşir. Bu yolla üretilen polietilen, «*düşük yoğunluklu polietilen*» diye adlandırılır. Düşük yoğunluklu polietilen, kırılmadan bükülebilen bir maddedir. *Yüksek yoğunluklu polietilen*, düşük yoğunluklu türe oranla daha serttir ve etilenin, daha düşük basınç altında, bir KATALİZÖR varlığında polimerleştirilmesiyle elde edilir. İki tür arasındaki yapısal fark, yüksek yoğunluklu polietilenin moleküllerinin düz zincirler olmasına karşılık, düşük yoğunluklu polietilenin moleküllerinin dallanmış zincirler biçiminde olmasıdır. Başka bir önemli poliolefin plastiğiyse, propilenin ($CH_2=CHCH_3$) polimerleştirilmesiyle elde edilen *polipropilen*dir. Polipropilen aşağıdaki biçimde gösterilir:

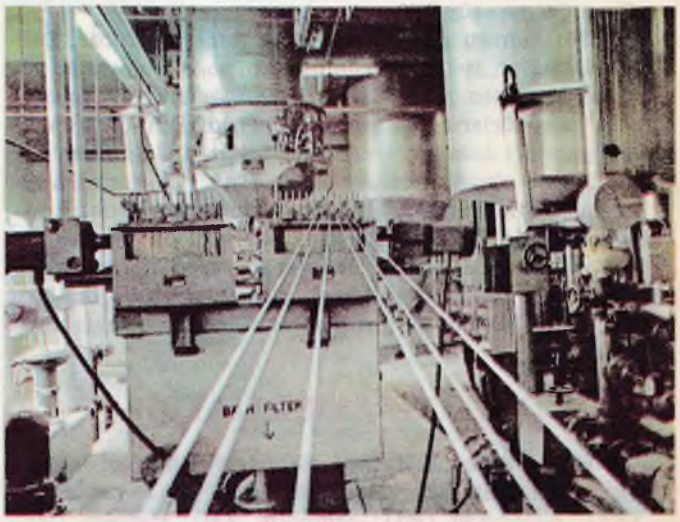
$$—CH(CH_3)—CH_2—CH(CH_3)—CH_2—CH(CH_3)—CH_2—$$

Polietilen ve polipropilen plastik şişe ve kapların, ambalaj malzemelerinin, su borularının, vb. yapımında kullanılır.

Poliolefin plastiklerle ilişkili olan başka bir plastik de, tetraflüoroetilenin ($CF_2=CF_2$) polimerleştirilmesiyle elde edilen *politetraflüoroetilen*dir (PTFE). $—CF_2—$ gruplarının bağlanmasından oluşmuş zincirler içeren bu plastik, ısıya dayanıklılık ile düşük yüzey sürtünmesinin önemli olduğu yerlerde kullanılır.

Resimde (üstte) görülen uçağın yaklaşık 90 km saatlik hızına bozulmadan dayanabilen bir üre-formaldehit köpük yatağı. Bu tür köpükler, kısa iniş-kalkışlarda kullanılır.

Bir polimerleştirme reaktörünün soğutucusundan çekilen naylon 6 iplikleri. (altta)



Yağsız tavalar gibi mutfak eşyaları da, genellikle PTFE'yle kaplanır.

Poliamitler: İlk poliamit plastiğin 1934 yılında A.B.D'nde kimyacı W.H. Carothers tarafından hazırlanmış olmasına karşılık, 1937 yılına kadar ticari ölçüde üretimine geçilemedi. Bu yeni plastiğe «*naylon*» adı verildi. Naylon üretiminde kullanılan başlıca hammaddeler, benzen ve *bütadien*dir ($CH_2=CH—CH=CH_2$). Çeşitli ara ürünler ve özellikle *kaprolaktam*, son ürün elde edilmeden önce üretilir. Poliamit ya da naylon molekülleri, aşağıdaki yapı biçimlerinin yinelenmesiyle oluşur:

$$—(CH_2)n\ CONH(CH_2)m\ HNOC—$$

Buradaki m ve n harfleri, naylon ve türlerine göre, farklı sayısal değerler gösterirler: Sözgelimi, naylon 66'da $n=4$ ve $m=6$. Poliamitler daha çok, kalıplanmış eşya ve kumaş yapımında kullanılır.

Polyesterler: Bu plastikler, en az iki asit grubu

(—COOH) içeren organik asitler ile en az iki alkol grubu *(—OH)* içeren alkollerin tepkimesi sonucu elde edilirler. Polyester molekülleri, aşağıda görülen genel formüldeki birimlerin yinelenmesinden oluşurlar:

$—R_1—CO—O—R_2—O—CO—$

R_1 ve R_2 grupları, polyester türüne göre değişen organik gruplardır. Sentetik lif yapımında kullanılan bir polyester olan *terilen*de (dakron), R_1 bir benzen halkasını, R_2 de $—CH_2—CH_2—$ grubunu gösterir.

Poliüretanlar: Poliüretan plastikler günümüzde, özellikle esnek ya da katı köpükler biçiminde geniş ölçüde kullanılır. Esnek poliüretan köpükten döşeme malzemesi olarak, katı köpükten de, genellikle ısı yalıtım malzemesi olarak yararlanılır. Poliüretanlar, bazı boyaların bileşimine, boya yüzeyine sertlik vermek için katılırlar. Poliüretanlar en az iki *izosiyanat* grubu *(—NCO)* içeren bir izosiyanat ile en az iki hidroksi grubu *(—OH)* içeren bir alkolün tepkimesiyle elde edilirler. Molekülleri, şu genel formüldeki birimlerin yinelenmesinden oluşur:

$—R_1—NHCOO—R_2—OOCHN—$

Buradaki R_1 ve R_2 grupları, poliüretanın türüne göre değişir. Sözgelimi, perlon-U'da R_1 $—(CH_2)_6—$ ve R_2 $—(CH_2)_4—$ tür.

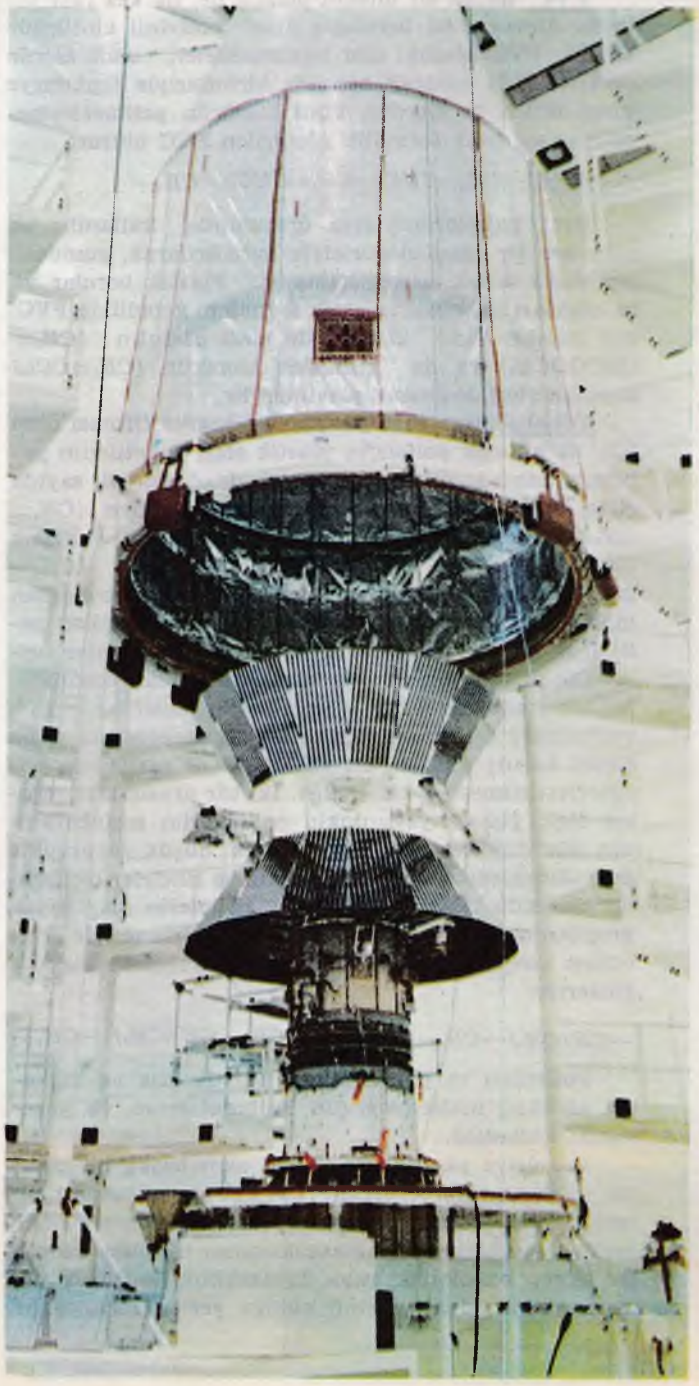
Söz konusu plastiklerin çoğu *termoplastik*tir. Termoplastikler, ısıtılınca yumuşayan, soğutulunca da yeniden sertleşen plastiklerdir. Bununla birlikte, bakalit gibi bazı türlerin, ısıtılıp yumuşatıldıklarında kimyasal yapıları bozulur. *«Isıl sertleşmeli plastikler»* adı verilen bu plastiklerin bir başka örneği de, formika gibi, melamin formaldehit türü reçinelerdir. Bazı yapıştırıcı bileşimler, özellikle «araldit» gibi *epoksi* yapıştırıcılar, ısıl sertleşmeli plastiklerden üretilen maddelerdir. Başka bir ısıl sertleşmeli plastikler grubu da, bazı boyaların bileşimine giren *alkit reçineleri* içeren plastiklerdir.

PLATİN GRUBU METALLERİ

Platin grubu metalleri, birbiriyle yakından ilişkili, altı ender metalden oluşur: *Rodyum (Rh); rutenyum (Ru); paladyum (Pd); osmiyum (Os); iridyum (İr); platin (Pt).* Bunlardan ilk üçü, PERYODİK ÇİZELGE'deki GEÇİŞ ELEMENTLERİ'nin ikinci dizisinin sonunda, gümüşten önce yeralır. Öteki üç elementse, geçiş elementlerinin sonunda, ALTIN'dan önce bulunur. Yoğunlukları 21,4-22,4 arasında olan bu elementler, en yoğun maddeler arasında yeralırlar. Söz konusu altı metal arasında en bol bulunanlar, platin ve paladyumdur.

Platin, 1550'de İspanyollar tarafından bulundu; özellikleri ilk kez XVIII. yüzyıl ortalarında, Watson, Scheffer ve Morggarf tarafından araştırıldı. 1803'te W.H. Wollaston, o güne kadar incelenen platinin, benzer metallerin alaşımı olduğunu açıkladı ve iki metali ayırmayı başardı. Bunlardan birine, yeni bulunmuş küçük bir gezegenin adı olan «*Pallas*»tan esinlenerek «paladyum», ötekine de bazı bileşiklerinin rengi nedeniyle, Yunanca gül anlamına gelen «*rhodon*»dan esinlenerek «rodyum» adını verdi. Bir yıl sonra Tennant, iki platin grubu metali daha buldu. Bunlardan biri, oksidinin kötü kokusundan dolayı, Yunanca «*osme*» sözcüğünden gelen «osmiyum», öteki de Yunanca gökkuşağı «*iris*» karşılığı «iridyum» diye adlandırıldı. 1845'te Claus, rutenyumu bularak, altılıyı tamamladı.

Resimde (altta) görülen uzay aracı anteninin yansıtıcısında, gönderilen radyo sinyallerini toplayan 150 platin tel vardır. «Helios» adlı uzay aracı, Güneş'in çok yakınından geçirilme amacıyla yapılmıştır. Bu yüzden, yapımında, platin gibi ısıya dayanıklı maddelerden yararlanılmıştır.



Bulunuşu ve elde edilmesi: Platin grubu metallerinin büyük bir bölümü Urallar'da, çok daha az ölçüde de A.B.D. ve Güney Afrika Cumhuriyeti'nde çıkarılır. Platin genellikle, çeşitli metallerle karışmış halde bulunur.

Metaller, doğal halde çıkarıldıkları yerlerde, altın madenlerinde uygulanan yöntemlere benzer biçimde zenginleştirilir. Nikel ve bakır çıkarılan yerlerde sülfitlerden yan ürün olarak elde edildikleri durumlardaysa, zenginleştirme, mat oluşturma aşamasında gerekli olandan biraz daha az kükürt ekleyerek yapılır. Zenginleştirilmiş alaşımlar, ezme ve magnetik ayırmayla alınır ve ısıtarak kükürt ekleme işlemlerinin yinelenmesiyle, derişikliği artırılır. Zenginleştirilmiş maddenin elektrolizle arıtılması sırasında oluşan anot çamurunda, platin metalleri ayrılır.

Platin grubu üyelerini ayırma ve arıtma süreçleri, birbirine benzeyen bir dizi karmaşık kimyasal işlem içerir. İlk aşama, yalnızca platin ve paladyumu çözen sıcak altın suyuyla (nitrat ve hidroklorik asit karışımı), metalin işleme sokulmasıdır. Platin ve paladyum, amonyum tuzları halinde çöktürülür ve yüksek sıcaklıkta, metale indirgenir. Altın suyunda çözünmeyen bölüm, suda eriyen çift klorürleri vermesi için, 700°C'ta, klor eşliğinde, erimiş sodyum klorürle *(NaCl)* işleme sokulur. Hiç bir aşamada çözünmeyen osmiyum, uçucu oksitler biçiminde son kalıntıdan elde edilir. Rutenyum ve rodyum, çift klorür çözeltisinden kükürt halinde çöktürülür. Sonradan, yeniden eritmeyle ayrılır ve ayrı ayrı çöktürülürler. Çift klorür çözeltisinden en son, oksit halde iridyum elde edilir. İridyum, hidrojenle işlenerek arı metale indirgenir.

Uygulama alanları: Platin, organik ve anorganik kimyasal tepkimelerde katalizör olarak kullanılır. Sözgelimi, nitrat asidi üretiminde, amonyağın yükseltgenmesini katalizler. Etkisi, % 10 oranında rodyum eklenerek artırılabilir. Platin ve paladyum katalizörler, ilaç endüstrisinde, özel moleküllerin yapımını sağlayan son derece özgün kimyasal tepkimelerin gerçekleştirilmesini sağlarlar. Margarin yapımında hidrojenleme de, paladyum katalizörle yapılır.

Platinin, düşük sıcaklıkta yükseltgeme tepkimelerini başlatma özelliğinden ilk kez Döbereiner, bir tür çakmak yapımında yararlanmıştır. Söz konusu ilke, günümüzde de, gaz sobalarının ateşleme aygıtlarında kullanılır. Platin grubu metalleri, hem yanmamış hidrokarbonların yükseltgenmesinde, hem de otomobil ve egzoz sistemlerinde, azot oksitlerinin indirgenmesinde katalizör olarak kullanılır. Ama bunların etkileri, yüksek oktanlı yakıtlardaki tetraetil kurşundan çıkan kurşun tarafından düşürülür. Platin grubu metallerinin pahalı olması, katalizör olarak kullanımlarını sınırlar.

Platin grubu metallerinin en önemli özelliği, kimyasal etkilere karşı gösterdikleri büyük dirençtir. Bu yüzden, laboratuvarlarda kullanılan pota ve elektrokimyasal işlemlerde kullanılan ızgara gibi nesneler, platinden yapılır. Platinin öteki endüstri uygulamalarıysa, yapay lif üretiminde çekme aygıtlarının yapımı ve optik cam üretimi için potaların yapımıdır. Platin genellikle % 20'ye kadar rodyumla karıştırılarak sağlamlaştırılır. Paladyumun kendi hacminin 850 katına kadar hidrojen soğurma özelliği, bu metali, gazların arılaştırılmasında yayılma ortamı olarak yararlı kılar. Bu uygulamada, ısıl işlem sırasında ortaya çıkan biçim değişikliklerini azaltmak için, paladyumun gümüş alaşımı kullanılır.

Kalıba dökülen erimiş platin. (altta) Platinin erime noktası 1 769°C'tır.

Platin-rodyum alaşımından yapılan ince tel ızgaranın kenarının kaynaklanması. (üstte) Bu tür ızgaralar nitrik asit üretiminde, amonyağın azot okside yükseltgenmesinde katalizör olarak kullanılır

Platin grubu metalleri, kolay erimeme özellikleri nedeniyle, eskiden ampul filamanları yapımında da kullanılmıştır. Günümüzde bu amaçla tungsten kullanılmaktadır. Platin ve platin — % 10 rodyum alaşımından yapılmış termoelektrik piller, 1 700°C'a kadar sıcaklıklarda çalışır ve çelik endüstrisinde yaygın olarak kullanılır. Hassas sıcaklık ölçümlerinde, platin dirençli termometreden yararlanılır. Çok sık açılıp kapanan elektrik anahtarları da platin grubu metallerinden yapılır. İçten yanmalı motorlarda, yüksek verim için, bujilerde elektrot olarak, platin grubu metalleri kullanılır.

Platin ve paladyumdan kuyumculukta da yararlanılır. Paladyum, hem kimya endüstrisinde çok aranan bir metal olmaması, hem de yoğunluğunun platinin yarısı kadar olması nedeniyle, bu alan için daha elverişlidir. Platin ve paladyum arı halde çok yumuşak olduklarından, tıpkı altın gibi, genellikle tek başlarına kullanılmazlar. Rodyum, bu grubun elektrolizde en kolay birikme yapan metalidir. Gümüşün üstüne kaplanarak kararmayı önler. Dolmakalem uçları, genellikle sert ve mürekkebin yaptığı aşınmaya karşı dayanıklı olan platin, osmiyum ve iridyum alaşımlarından yapılır.

PLAZMA Bk. MADDE (özellikleri)

PNÖMATİK ALETLER

Pnömatik aletler, KOMPRESÖR'lerin tersine, güçlerini, sıkıştırılmış havayla çalışan hava motorlarından alan aletlerdir. Hava motorunun birçok olumlu

özelliği vardır. Küçük ve hafif olmasına karşılık, döndürme momenti ve gücü yüksektir. Uzun zaman çalışsa bile ısınmaz. Aşırı yüklenmeden etkilenmez ve yük üstündeyken, pek az hava tüketerek yüksek momentle çalışmayı sürdürür. Ayrıca, mekanizmaya herhangi bir zarar vermeden, apansız ters yönde dönmeye başlayabilir. Hava motorunun bir başka üstünlüğü de, bir anda çalışmaya başlaması ve hava akımı kesildiği zaman motorların (dişlisiz yüksek hızlı motorlar dışında) dönmeyi sürdürmemesidir.

Söz konusu etmenlerin çoğu, aletlerin ekonomik, güvenilir, yalın ve rahat olmasını sağlar. Hava motorlarının bir başka üstünlüğü de tehlikesiz olmalarıdır. Pnömatik aletlerin çoğu, elektrik motoruyla çalışan aletlere (Bk. MATKAP, ELEKTRİKLİ) benzer. Aradaki fark, elektrik motoru yerine, hava motoru kullanılmasıdır.

Hava motorlarının kanatlı, pistonlu ve türbinli olan başlıca üç türü vardır. Türbinler yüksek hız ve düşük döndürme momenti gereken yerlerde, sözgelimi küçük matkaplarda ve dişçilerin aerotur aygıtlarında (Bk. DİŞ TUR AYGITI) kullanılır. Yüksek güç ve yüksek kalkış momenti gerektiren düşük hızlı motorlarda, pistonlu hava motorları kullanmak gerekir.

Güçlü aletlerde en yaygın kullanılan tür, kanatlı artı yer değiştirmeli motordur. Bu motor türü, az yer kaplayıp, büyük güç üretir. Motorun içindeki yüksek hızlı rotor, uygun dişlilere bağlandığı zaman, çıkışta yüksek moment sağlar.

Bu motorlarda, döner kanatlı kompresörlerde olduğu gibi, bir silindirin içine merkezden kaçık biçimde yerleştirilen rotorun üstündeki yuvalara takılan birçok uzun kanat bulunur. Bir uçtan silindirin içine giren sıkıştırılmış hava, ortadaki delikten çıkarken rotoru da döndürür.

Yapılarının özelliği nedeniyle ince uzun biçimde olan standart pnömatik aletler, hem tezgâhlarda, hem de MONTAJ HATTI bulunan işyerlerinde, gruplaşmış özel alet sistemleri oluşturmaya uygundur.

Tezgâha montaj: Pnömatik aletler, bir süre taşınabilir biçimde kullanıldıktan sonra, çok yönlü, tezgâha monte edilmiş sistemlere dönüştürülmüştür. Belirli bir yere monte edilmiş, çok aletli sistemlerin uygulama alanları sınırsızdır. Bu aletlerin parçaları, yapılması gereken işe göre değiştirilebilir.

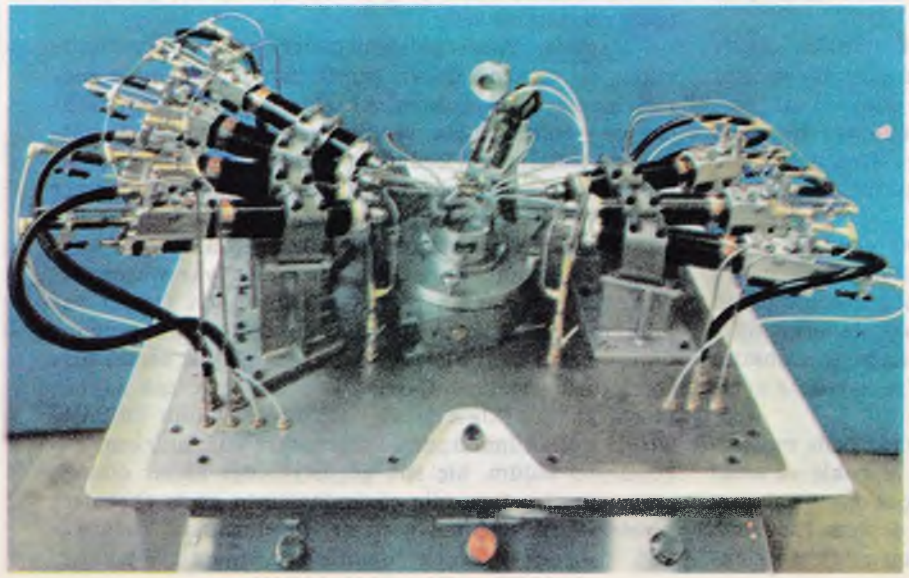
Pnömatik aletlerin iş gücü yönünden sağladığı ekonomiye örnek olarak, eskiden iki işçinin tam gün boyunca çalışmasını gerektiren, tüpgaz detantörünün sekiz vidalı kapağının takılması işlemi gösterilebilir. Bu işlem, elle çalıştırılan bir supapla beslenen sekiz pnömatik tornavidadan oluşan sistem yardımıyla, artık bir tek işçinin denetiminde gerçekleştirilmektedir. Haftada binleri aşan üretim içinde yöntem, üretim hızında büyük yükselmeler sağlamıştır.

Ağır aletlerin kullanıldığı yerlerde, operatörün yorulmaması için, aletlerin iki yönlü hareket eden basınçlı silindirler yardımıyla inip kalkmasını sağlayan düzeneklerden yararlanılır. Gövdesi çukur bir plaka üstünde yeralan detantör kapaklarının sıkıştırılmasında da, bu tür düzenekler kullanılır. Tornavidalar, vidaların ağızlarını bozmamaları için, sistem kenetlendikten sonra ilerleyip, vidanın yuvasına yerleşecek biçimde ayarlanırlar.

Hava, motorlara hava supabından girer. Supap kanalı, bir kapak yardımıyla havayı, aletlerin girişine doğru yönlendirir. Pnömatik silindirin supabı açılıp

Tezgâh üstünde yeralan bu çok uçlu matkap (altta solda), pnömatik aletlerin montaj hattına uygulanmasının bir örneğidir. Aleti çalıştırmak için bir kişi yeterlidir.

Büyük metal kütlelerin yüzey ve köşelerini düzeltmek için kullanılan basınçlı zımpara makinası. (altta sağda) Bu aletler, elektrikli modellerden daha hafif olduklarından, daha rahat kullanılırlar.



Otomobillerin tekerlek bijonlarını sıkmada kullanılan pnömatik anahtar. (üstte) Hızlı ve kullanışlı olan bu anahtar, bütün bijonları gerekli oranda sıkıştırır.

uç alçaldığı zaman, tornavidaların uçları vidaların ağzına kenetlenir ve basınç artınca, yaylı kavramalar, motorun gücünü tornavidaya iletir. İşlem gerçekte, değişik aşamaların birleşmesinden oluşur. Her tornavida, ilgili vidayı ötekilerden ayrı sıkıştırır ve kavramanın en üst yüklenme momentine eriştiği anda, sıkıştırmayı keser. Böylece, ya her vida aynı oranda sıkıştırılmış olur ya da kavramaların ayarları farklıysa, her vida bir başka basınç değeriyle sıkıştırılır.

Aletlerin çoğunda yaylı kavramaların kullanılmasına karşılık, bazı sistemlerde sıkıştırma işlemi, *devrilme momenti* ilkesine göre durdurulur. Bunlarda, motoru durduran momentin değerini, hava basınç ayarı belirler.

Momentin denetimi: Endüstride kullanılan çeşitli aletlere uygun olarak, iki tür moment denetim sistemi geliştirilmiştir. Bunlardan birincisi olan *en az moment gösterge* sisteminde, normal yüklenen moment motorları, alışılmış biçimde kullanılır; ama aleti kullanan kişiye en düşük moment değerine erişildiğini gösteren göstergeler bulunur.

İkinci sistemse, *göstergeli moment denetim* sistemidir. Bu sistemde, her birinin üstünde bir denetim birimi bulunan standart motorlar kullanılır. Motorun gövdesinde momentin doğurduğu tepki, denetim birimine ulaşarak, motora gelen havayı kapatır. Denetim birimindeki mekikli supap, bir RÖLE'yi harekete geçirerek gösterge ışığını yakar.

Kullanıldığı yerler: Basınçlı hava, hem matkap gibi dönme hareketi gerektiren, hem de çekiç ve keski gibi ileri-geri hareket gerektiren birçok aleti çalıştırmada kullanılır. Sıkıştırılmış hava deposu (basıncın değeri genellikle 6-7 bar kadardır), bu aletlerin elektrikli aygıtlar gibi kolayca taşınmasını engeller. Ama hava motorları kıvılcımsız çalıştıklarından, maden ocakları gibi patlama tehlikesi olan yerlerde bile güvenlikle kullanılabilirler. Ayrıca, su altında da çalışırlar.

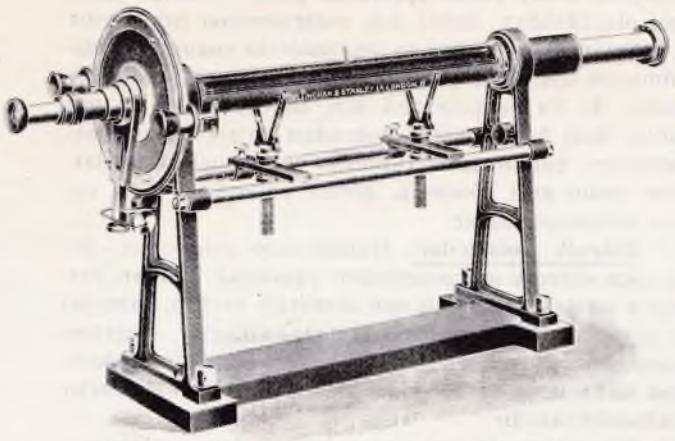
Fabrikalarda ve tersanelerde pnömatik aletler, delme, perçin, kalafat, taşlama, vida sıkma, vb. amaçlarla kullanılır. Yapı ve inşaatlardaysa, kullanma alanları arasında, kaya deliciler, beton vibratörleri, hendek kazıcılar ve beton kırıcılar (Bk. HAVALI ÇEKİÇ) sayılabilir.

POLARİMETRE

Birçok kimyasal bileşik, optik etkinlik bakımından birden çok özellik gösterir (Bk. ORGANİK KİMYA). Bir bileşiğin, optik bakımdan etkin olan her biçimi ya da *izomeri*, polarılmış ışık (Bk. POLARMA) düzlemini, izomerin yapısına göre belirli bir ölçüde döndürür. *Polarimetre*ler ya da *polariskop*lar, bu dönmeyi ölçmek için yapılmış aygıtlardır. Biyokimyasal ürünlerde, besin denetiminde, eczacılık ve araştırma alanlarında geniş ölçüde kullanılırlar.

Kalsit billuru ya da polaroidler (güneş gözlüklerinde kullanılır) gibi polarıcı (kutuplayıcı) malzemeler, üstlerine gelen ışığı belli bir düzlem içinde yönlendirirler. Bu özel düzlem, «*geçiş ekseni*» diye adlandırılır. Bir ışık kaynağı, geçiş eksenleri birbirine dik olan iki kalsit billuru içinden gözlenirse, görüntü karanlık olacaktır; çünkü birinci billur, ışığı belirli bir düzlem içinde yönlendirerek geçirecek, ama ikincisinin geçiş ekseni buna dik olduğundan, ışınlar öteki yana geçemeyecektir. Bu durumda, iki billur arasına, optik bakımdan etkin bir madde çözeltisi içeren bir tüp yerleştirilirse, ikinci billur, bir miktar ışın geçirir. Buna, tüpteki optik bakımdan etkin çözeltinin, birinci billurdan çıkan ışının ışık düzlemini döndürmesi neden olur. Karanlık görüntünün yeniden elde edilmesi için, ikinci billurun dönmesi gereken açı, tüpteki çözeltinin optik etkinliğini verir.

Yapımı: Yalın polarimetreler, art arda yerleştirilmiş iki öğeden oluşur. Bunlardan birincisine «*polarıcı*» denir ve polarılmış ışık elde etmeye yarar. İkincisiyse *çözümleyici*dir ve üretilen polarılmış ışığı gözlemede kullanılır. Çözümleyici, metalden yapılmış döner bir çemberin merkezine yerleştirilmiştir. Çember üstündeki ölçek, gerektiğinde kaç derecelik dönme yapıldığını okumaya yarar. Eski tür aygıtlarda, ışık kaynağı olarak bunsen bekinin alevinden yararlanılıyordu. Ayrıca, ölçmenin hangi dalgaboyunda (renk) yapıldığını bilmek, hem gerekli, hem de önemli olduğundan, bunsen beki alevine, parlak sarı renk versin diye sofra tuzu serpilirdi. Çağdaş aygıtlardaysa, ışık kaynağı olarak genellikle cıvalı ya da sodyumlu DEŞARJ TÜPÜ kullanılmaktadır. Polarimetre kullanılırken, çözümleyici bölüm, hiç ışık geçmeyinceye kadar döndürülür; yani polarıcı ile çözümleyicinin geçiş eksenleri, birbirine dik duruma getirilir. Bu durumda, çözümleyici üstündeki ölçek okunur. Ardından, polarıcı



Bir polarıcıdan (resmin sağında) ve döner çözümleyiciden (resmin solunda) yapılmış, yalın bir polarimetre. (üstte) Polarıcı ile çözümleyici arasına, örnek tüpü yerleştirilir. Çözümleyici, göstergesi 0,2°'lik aralıklara bölünmüs vernier ölçeğiyle 0,01° duyarlıkta ölçüm yapabilir.

Tam otomatik, çağdaş polarimetre. (altta)

ile çözümleyici arasına, optik bakımdan etkin bir madde çözeltisi yerleştirilir. Daha önce de değinildiği gibi, bu durumda, çözümleyiciden bir miktar ışık geçecektir. Başlangıçtaki gibi tam karanlık durum elde edilinceye kadar çözümleyici döndürülür ve ölçek yeniden okunur. İki okuma arasındaki fark, optik bakımdan etkin çözeltinin polarılmış ışığı döndürme miktarını, derece cinsinden verecektir.

Yalın polarimetrelerde başlıca sorun, sıfır ışık geçişini duyarlı olarak saptama güçlüğünden kaynaklanır (en karanlık konum). Bu sorunu ortadan kaldırmak için, polarıcı ile örnek tüpü arasındaki uzaklığın tam orta yerine, üçüncü bir kalsit billuru yerleştirilir. Kalsit billurunun geçiş ekseni, ana polarıcınınkine oranla biraz eğik tutulur (genellikle 8°); söz konusu düzenleme sonucu, görüntü alanı iki yarı bölgeye ayrılmış olur. Çözümleyici döndürüldüğü zaman, yarı bölgelerden biri kararırken, öteki giderek parlaklaşır. Bu tür bir sistemde, iki bölgenin de eşit şiddette aydınlandığı konum, denge konumudur ve oldukça duyarlı bir biçimde saptanabilir.

Çağdaş aygıtlar: Anlattığımız aygıtlarla örnekleri ölçme işlemlerini yürütmek, hem zaman alır, hem de büyük beceri gerektirir. Bu yüzden, başka birçok alanda olduğu gibi bu konuda da, otomasyon önem kazanmıştır. Çağdaş otomatik polarimetrelerde, ölçülecek örnek, polarıcı ile çözümleyici arasına yerleştirildikten sonra, elektronik yöntemlerle ölçülerek (0,002° duyarlıklı), sonuçlar sayısal olarak yazılıp verilir.

Şeker, optik etkinliği olan bir maddedir. Dolayısıyle, şeker fabrikalarının nitelik denetimi laboratuvarlarında polarimetreler kullanılır. Şeker için kullanılan polarimetrelere «*sakarimetre*» adı verilir. Bazı tür polarimetreler, optik dönmeleri, görünür ve morötesi tayf arasında, grafik halinde kaydeder. Bu tür *spektropolarimetre* aygıtları, pek çok kimyasal bileşikteki molekül yapısının üç boyutunu da saptamak için kullanılmış ve doğum kontrol haplarının bulunmasına yolaçan araştırmalarda, bu aygıtlarla çok yararlı sonuçlar elde edilmiştir.

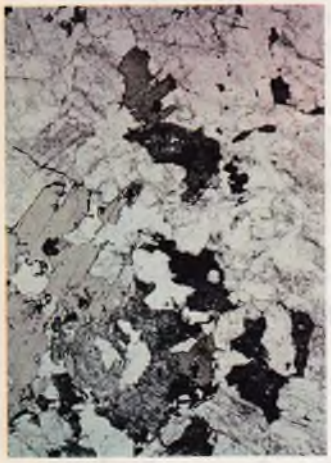
POLARİSKOP Bk. POLARİMETRE

POLARMA

XVII. yüzyılda Danimarkalı Erasmus Bartholin, «İzlanda spatı» denilen kalsit billurunun, ışığı, iki ayrı ışık demetine ayırdığını buldu. Bu olay, «*çift kırılma*» diye adlandırıldı ve iki ışık demetini birbirinden ayırma özelliği araştırıldı. 1817 yılında da Thomas Young, ışığın *enine* dalga hareketi olduğunu (enine dalganın titreşim yönü, hareket doğrultusuna diktir) ortaya çıkardı. Kalsit gibi *çift kırıcı* billurlar, bir ışık demetini, titreşim doğrultusu birbirine dik iki ayrı ışık demetine dönüştürebilirler. Sonuçta ortaya çıkan ışınlara, sırasıyla düşey ve yatay yönde «*polarılmış*» (kutuplanmış) ışınlar adı verilir.

Günümüzde ışığın, ELEKTROMAGNETİK IŞINIM tayfının yalnızca belirli bir kesimini oluşturduğu bilinmektedir. Işık, elektrik ve magnetik bileşenleri olan enine dalgalardan oluşur, ama elektrik alan ile magnetik alan doğrultusu birbirine diktir. Genellikle, elektrik dalgasının titreşim yönü, «polarılma doğrultusu» diye adlandırılır; ancak, aynı adlandırma, kuşkusuz magnetik dalga doğrultusu için de yapılabilir. Elektromagnetik ışınım, yüklü taneciklerin (genellikle elektronlar) hızlanması sonucu ortaya çıkar. Dolayısıyle, ışınımın polarılma doğrultusu ile yüklü taneciklerin hızlanma doğrultusu aynıdır.

Bir ampul ya da Güneş'ten gelen ışık, sıcak bir kütle içinde elektronların rasgele yönlerde hareketlenmesi sonucu ortaya çıkar. Bu yüzden, dalgaların polarılması da rasgele doğrultulardadır. Rasgele doğrultuda titreşim yapan dalganın, kendine özgü bir polarılma doğrultusu vardır; ama ortalama alındığında,

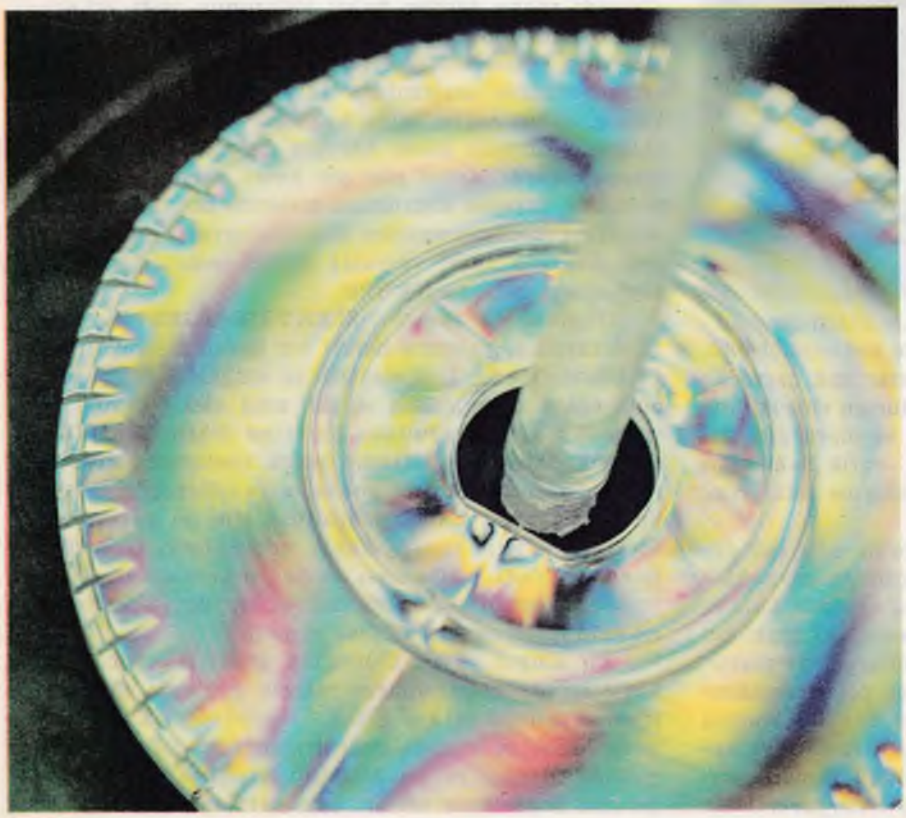


düşey ve yatay yönde polarılma gösteren dalga sayısı eşit olacağından, doğal ışık, *polarılmamış* ışık sayılır.

Polarılmış ışık üreten yöntemlerin çoğunda, polarılmamış ışık, önce polarılmış iki ışık demetine ayrılır. Sonra da bu demetlerden biri, soğurulur ya da yok edilir. Bazı lazer türleri, doğrudan polarılmış ışık verebilirler; çünkü, lazer tüpünün eğimli uçları, ışınlardan birini geri gönderip, geriye polarılmış öteki ışının kalmasını sağlar.

Dikroik polarıcılar: Günümüzde polarıcılar, genellikle *dikroik* malzemelerden yapılırlar. Bunlar, yalnızca bir tek polarılmış ışın demetini geçirip, kalanları soğuran maddelerdir. Bazı doğal billurlar, sözgelimi turmalin, dikroik özellik gösterir; ama günümüzde, çok daha ucuz ve bol olan plastik dikroik malzemeler kullanılmaktadır.

Dikroiklik ilkesini anlayabilmek için, polarılmamış radyo dalgaları, düşey yönde sıralanmış ince tellerden oluşan bir ızgaradan geçirildiğinde ortaya çıkan etkilerin incelenmesi yararlı olur. Elektrik alanının düşey yöndeki bileşeni, düşey teller içinde FOUCAULT AKIMLARI indükleyecek, tel de buna karşı bir DİRENÇ gösterecektir. Telin gösterdiği direnç, fazla gelen enerjinin, ısı biçiminde açığa çıkmasına neden olacaktır. Bu yüzden, düşey bileşenin bütün enerjisi soğurulmuş olur. Öte yandan, alanın yatay yöndeki bileşeni, yalnızca tel kesitleri üstünde Foucault akımları indükleyecektir. Teller çok ince olduğundan, enerji yitimi çok az olacaktır. Teller arasındaki uzaklık dalgaboyundan küçük, tel kalınlığı da yeterli derecede ince tutuldukça, böyle bir ızgaradan

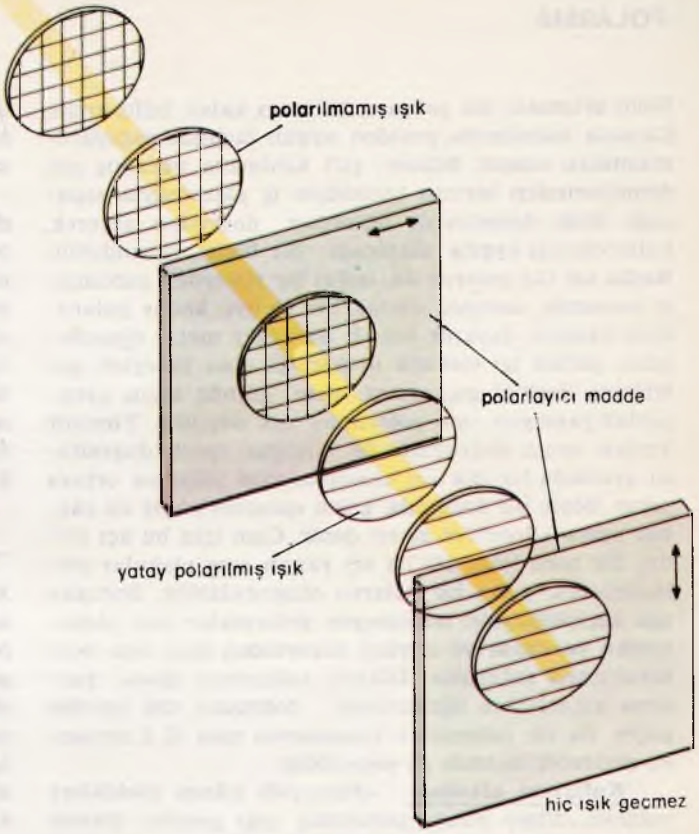


Polarmanın radyo ve televizyon yayıncılığındaki önemi büyüktür. Sözgelimi, dağlık bölgedeki bu ev (solda üstte), televizyon programlarının bazılarını 50 km uzaktaki bir UHF vericisinden, bazılarını da yerel verici istasyondan almaktadır. Ana istasyon, yatay polarılmış yayın yapmaktadır (uzun anten). Yerel istasyonların polarmasıysa, düşey doğrultudadır. Böylece, aynı frekansta olmasına karşılık, iki istasyonun yayını birbirine karışmaz. Bu farklılık, alıcı anten üstündeki çubukların yerleştiriliş biçiminden gözlenebilir. Çıplak gözle renksiz görünen mineraller arasındaki farklılık, bu diyorit örneğinde (solda ortadaki resimler) olduğu gibi, polarıcı yardımıyla ortaya konabilir. Renkli billurlar, biyotit ve hornblenttir. Ortaya çıkan bantlarsa, feldispat billurlarından kaynaklanmaktadır. Aynı yöntemin, daha büyük ölçekte uygulanmasında, enjeksiyon döküm sırasında ortaya çıkan gerilmeler. (solda altta)

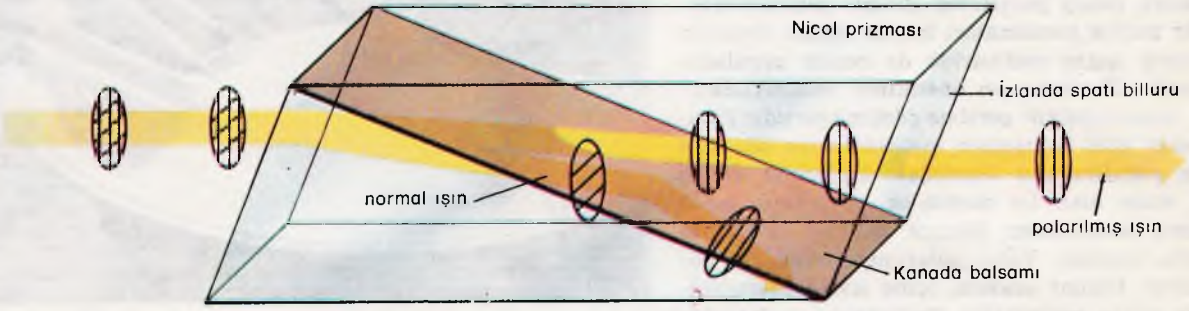
geçen elektromagnetik dalga, öteki yandan, yatay yönde polarılmış olarak çıkar.

Uygulamada, dalgaboyu ışığınkine benzeyen ışınımları polarmak için metal ızgara yapmak çok güçtür. Metal yerine, plastik malzemedeki çok ince ve uzun moleküllerden yararlanılır. Sözgelimi, polivinil alkolden yapılmış plastik tabaka, önce hafifçe ısıtılarak yumuşatılır ve hızla ilk boyunun iki-üç katına ulaşana kadar gerilip uzatılarak, uzun moleküllerin aynı doğrultuda sıralanması sağlanır. Daha sonra tabaka, sert bir yüzeye tutturulur ve iyot içeren bir çözeltiye daldırılır. İyot, plastik molekülleriyle tepkimeye girer. Uzun ve birbirine paralel iyot atomu dizileri, ızgara görevi yapar. Polarıcıların çoğu, istenmeyen polarılmanın bir bölümünü geçirir. Bu kaçağın tam olarak önlenmesi, istenilen polarılma miktarını da bozar. İstenmeyen polarılma miktarı % 0,05'te tutulduğunda, istenen polarılma miktarı % 50'den % 40'a düşer.

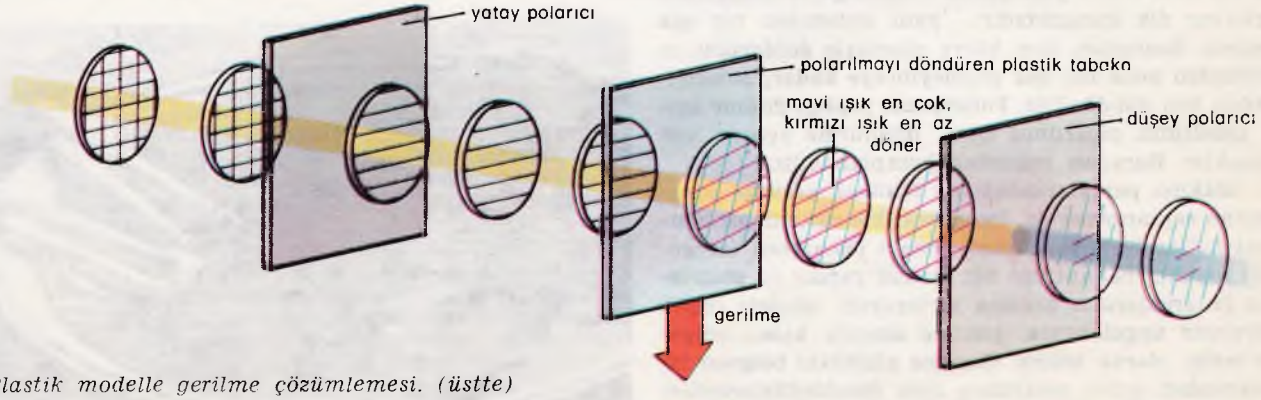
Öteki polarıcılar: Günümüzün en yaygın polarıcıları, «*polaroid*» adı verilen dikroik plaka polarıcılardır. Bunların genişliği 48 cm, boylarıysa istenildiği kadar olabilir. Polaroid 1928'de bulunmuş, o tarihten önce, polaroid olarak, *Nicol prizması* kullanılmıştır.



Ağ çizgilerinin doğrultusu, ışığın polarılma doğrultusunu göstermektedir. Işık her doğrultuda polarılmıştır, ama çizimde, yalnızca iki yön ele alınmıştır. Polarma eksenleri birbirine dik yerleştirilen polarıcılar, bütün ışığı soğururlar.



Nicol prizmasının çalışması. (altta) Polarılmamış ışık soldan girer ve İzlanda spatı tarafından birbirine dik yönde polarılmış iki ışık demetine ayrıştırılır. Normal ışın, kritik açının biraz daha üstünde bir açıda bulunan Kanada balsamı tarafından bütünüyle yansıtılır.



Plastik modelle gerilme çözümlemesi. (üstte) Plastik, farklı renkler için ışığın polarılma düzlemini değişik miktarlarda döndürür. Göz, iki polarma arasındaki farkı ayırt edemediğinden, beyaz renk olarak algılar. Ama düşey bir polarıcı, düşey polarmaya en yakın renkleri geçirdiğinden, öteki yanda mavi görünür.

Nicol prizması, iki parçaya bölünen kalsit billurunun, Kanada balsamıyla yeniden uygun biçimde yapıştırılmasından oluşur. Billura, çift kırılmaya uğramış ışık demetlerinden birinin bütünüyle iç yansımayla sapacağı, öteki demetin de billurdan doğrudan geçerek, kullanılacağı aygıta ulaşacağı bir biçim kazandırılır. Başka bir tür polarıcı da, ışığın bir yüzeyden yansıması sırasında, zorunlu olarak bir ölçüye kadar polarılması ilkesine dayanır. Ancak, bu yüzey metal olmamalıdır: çünkü iyi elektrik iletkenliği olan yüzeyler, polarlama özelliği göstermez, yani, gümüş kaplı aynalardan yansıyan ışık, polarılmış ışık değildir. Yüzeyde kırılan ışının doğrultusu ile yansıyan ışının doğrultusu arasında bir dik açı oluşursa, tam polarma ortaya çıkar. Böyle bir durumda, gelen ışınımın yüzey ile yaptığı açıya «*Brewster açısı*» denir. Cam için bu açı 57°'dir. Bir boru içine 57°'lik açı yapan cam plakalar yerleştirilerek, yalın bir polarıcı oluşturulabilir. Borudan ışık geçirildiğinde, istenmeyen polarmalar cam plakalardan yansıtılır ve iç yüzü karartılmış olan cam boru tarafından soğurulur. İstenen polarılmış ışınsa, yansıma yitimlerine uğramadan, doğrudan tüp içinden geçer. Bu tür polarıcılar, istenmeyen ışını % 1 oranında geçirecek biçimde de yapılabilir.

Kullanım alanları: «Polaroid» güneş gözlükleri, yalnızca düşey yönde polarılmış ışığı geçiren dikroik tabakalardan yapılır. Bunlar, üstlerine düşen ışınımın % 40'ını geçirdiklerinden, aydınlanmayı ve daha önemlisi, istenmeyen polarmaları azaltırlar. Su yüzeyi gibi yatay yüzeylerden yansıyan güneş ışını, az da olsa, yatay yönde polarılmaya uğrar. Ancak, polaroid güneş gözlükleri, düşey polarılmış ışınları geçirdiklerinden, bu tür parlak yansımaları büyük ölçüde önlerler.

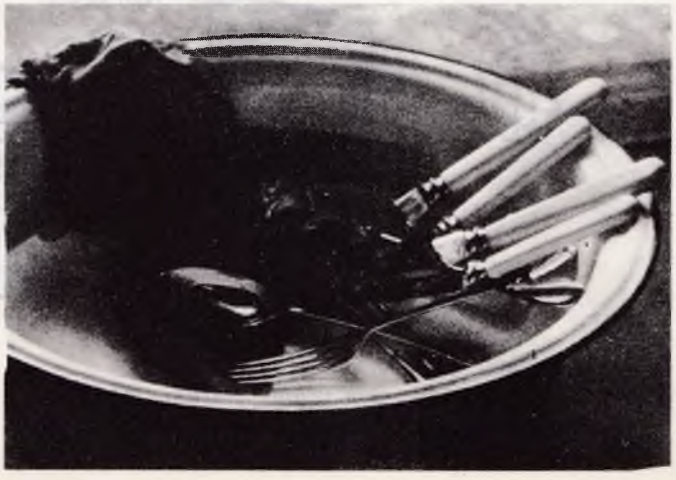
Polarılmış ışığın endüstride de çeşitli uygulama alanları vardır. Bunların en önemlileri POLARİMETRE'ler ve *fotoesneklikle gerilme çözümlemesi*dir. Polarimetre, şeker gibi bakışımsız moleküllerden oluşmuş çözeltilerin yoğunluğunu ölçmede kullanılır. Optik bakımdan etkin olan bu maddeler, polarılmış ışığın doğrultusunu döndürürler. Dönme miktarı, çözeltinin yoğunluğuna bağlıdır. Yalın polarimetrelerde, iki polarıcı bulunur. Bunlar arasına, içine sıvı doldurulabilen bir cam hücre yerleştirilir. Başlangıçta, polarıcılar birbirine dik konumdadır; yani sistemden hiç ışık geçmez. Sonradan, cam hücre çözeltiyle doldurulur ve sistemden gene hiç ışık geçmeyinceye kadar, polarıcılardan biri döndürülür. Polarıcının yaptığı dönme açısı, çözeltinin polarılmış ışını döndürme açısına eşit olacaktır. Buradan yoğunluk hesaplanabilir.

Makina parçalarındaki en tehlikeli gerilme durumunun saptanmasında, fotoesneklikle çözümleme yöntemi kullanılır. İncelenecek cismin plastikten (sözgelimi saydam bakalitten) bir modeli yapılır ve *polariskop* polarıcılarının arasına yerleştirilir. Modele çeşitli kuvvetler uygulanınca, gerilme altında kalan bölgeler renkli olarak belirir. Gerilme altındaki bölgeler ilk polarıcıdan gelen polarılmış ışını döndürdüklerinden, ışın, ikinci polarıcının geçiş eksenine dik yönde olmaktan çıkar. Işığın dönme miktarı, kullanılan ışığın dalgaboyuna bağlıdır. Dolayısıyla, model beyaz ışıkla aydınlatıldığında, farklı gerilmelerdeki bölgeler değişik renklerde ortaya çıkar. Parçaya etkiyen gerilmelerin doğrultu ve şiddetleri, bu renklerle incelenir.

Dairesel ve eliptik polarma: Doğrusal polarılma dışında ışık, *dairesel* ya da *eliptik* olarak da polarılabilir. Bu durumda ışığın (ışık dalgasının) elektrik alanı, uzayda değişmez bir doğrultuda değildir. Dalganın yayılma doğrultusu çevresinde dönerek ilerler. Dairesel polarılmış bir ışık dalgasının elektrik alanının genliği, dönme sırasında değişmez. Oysa, eliptik polarmada bu alan, belirli bir doğrultuda şiddetlenir. Doğrusal olarak polarılmış bir dalga, eliptik polarmanın en uç örneği sayılabilir. Ancak, bunun düşey doğrultudaki şiddeti sıfırdır.

Çok ince kesilmiş bir billur kullanılarak, doğrusal

Alttaki iki fotoğrafta polarıcı malzemenin, istenmeyen yansıma ışınlarını kesişi görülmektedir. Üstteki fotoğraf, polarılmamış ışıkla çekilmiştir; alttakiyse yalnızca düşey yöndeki polarılmış ışını geçiren bir polarıcıyla elde edilmiştir. Görüntüdeki metal nesneler olduğu gibi çekilmiş, ama sudaki yansıma büyük ölçüde azaltılmıştır. Fotoğraf makinası düşeyle 57°'lik açı yaptığında, bu olay en üst düzeyde ortaya çıkar.



polarma, dairesel polarmaya dönüştürülebilir: Sözgelimi, dairesel polarılmış ışın elde etmenin en yalın yöntemi, doğrusal polarılmış bir ışığı, «*çeyrek-dalga plakası*» adı verilen böyle bir billurdan geçirmektir. Bununla birlikte, dairesel ve eliptik polarmanın optikteki önemi, doğrusal polarmaya göre azdır.

POLAROGRAF

Polarograf, elektrik akımındaki ya da gerilimindeki değişmelerden yararlanarak, kimyasal değişmeleri ölçen bir aygıttır. İncelenecek sisteme değişken bir gerilim uygulayan ve geçen akımdaki değişmeleri ölçen bir düzenekten oluşur. Polarografı bulan Çek kimyacısı Jaroslav Heyrovsky'ye, 1925 yılındaki bu buluşundan ötürü 1959 Nobel kimya ödülü verilmiştir.

En eski aygıtlarda gerilim elle değiştirilir, akım, duyarlı bir GALVANOMETRE'den okunarak, sonuçlar grafik biçiminde çizilirdi. Sonraki modellerdeyse gerilim, bir motorla otomatik olarak değiştirilir, akım değişmeleri, ya fotoğraf yöntemleriyle ya da bir YAZICI yardımıyla ölçülürdü. 1950'lere doğru, modern elektronik polarografl ar yapıldı. Günümüzde de, bütünüyle elektronik olan birçok model ortaya çıkmıştır.

Yapısı: Polarograf, incelenen *elektroliti* içeren bir *pil*dir. Elektrolit, suda çözülmüş bir ya da daha çok tuz türünden oluşur. Pilde, biri «*referans elektrodu*», öteki de «*çalışma elektrodu*» - diye adlandırılan, iki elektrot vardır. Çalışma elektrodu, referans elektrodundan daha küçük olduğundan, yüzeyinde oluşan akım yoğunluğu daha büyüktür. Bu yüzden tepkimeler, çalışma elektrodunun yüzeyine çok yakın bir bölgede oluşur. İncelenen tepkimeler, yükseltgenme tepkimeleriyse, çalışma elektrodu, akım kaynağının artı kutbuna bağlanır ve *anot*u oluşturur. İndirgenme tepkimeleri inceleniyorsa, çalışma elektrodu, akım kaynağının eksi kutbuna bağlanır ve *katot* görevini üstlenir.

Çalışma elektrodu olarak genellikle, yarım milimetre çapında, çok küçük bir cıva damlası kullanılır. Bu amaçla cıva, çok ince bir cam borudan geçirilir ve damla, borunun ucundan kopmadan hemen önceki durumunda kullanılır. Elektrik bağlantısı, cıva sütunu üstünden sağlanır. Oluşan her damla, ölçme işleminde kullanıldıktan sonra kopup düşerek, yerini, ardından gelen temiz ve düzgün yüzeyli yeni damlaya bırakır. İncelenen madde, sözgelimi bakır tuzlarından biri, elektrik yüklü bakır atomlarının ya da başka bir deyimle, bakır iyonlarının anot ile katot arasındaki elektrik alanında hareketlerini engelleyen bir elektrolitin içinde çözülür. Elektrotların arasındaki gerilim değiştirildiğinde, bakır iyonlarının tepki göstereceği gerilim değerine kadar, akımda bir değişiklik görülmez. Bu değerde oluşan tepkime, bakır iyonlarının indirgenmesine yolaçar ve geçen akım artar. Gerilim yükseldikçe, tepkime hızlanır, akım yükselir. Sonunda tepkime, çözeltideki bakır miktarına göre ulaşabileceği en yüksek hız düzeyine erişir ve gerilimin artmasına karşılık, akım değerini korur. Bu durum, bir başka akım değişmesi doğuracak yeni bir tepkimeye kadar sürer. Uygulanan gerilimin değeri 2-3 volttan azdır. Ölçülen akımlar da çok düşük, yani *nanoamper* (amperin milyarda biri) düzeyindedir.

Bir polarograf ve her birinde birer cıvalı elektrot bulunan iki deney pili. (üstte) Resmin sağında, gerilimi uygulayan ve oluşan akım değişmelerini ölçen aygıt görülmektedir.

Yöntem çok duyarlı ölçülere olanak verdiğinden, aygıt, hava ve suda kirliliğin araştırılmasında, yiyeceklerde zehirli ve tehlikeli maddelerin incelenmesinde, endüstri çözümlemelerinde, metalürji alanında, vb. kullanılır. Aygıtın kullanıldığı en yeni alanlardan biri de, Ay'dan getirilen kaya örnekleri ile Bronz devrinden kalma mızrak uçları gibi arkeoloji örneklerinin incelenmesidir.

POLAROİD FOTOĞRAF MAKİNASI

Fotoğrafçılığın ilk yüzyılında, karta basılı resmin elde edilmesi, oldukça uzun zaman alan işlemlerle gerçekleştirilirdi. Negatifin banyo edilip kurutulması, içinden geçirilen ışığın, ışığa duyarlı bir kart üstüne düşürülmesi ve böylece oluşan resmin, yeniden banyo edilip kurutulması gerekirdi. Fotoğrafçılıkta en önem-

li ve yaygın yöntem hâlâ budur. Ancak, 1947 yılında bulunan polaroid işlemi, karanlık odaya gerek kalmaksızın, bir dakika içinde fotoğraf elde etmeye olanak sağlamıştır.

Polaroid fotoğraf yöntemini, askeri optik ve göz kamaşmasını önleyici yöntemler üstünde çalışan bir araştırma grubunun başında bulunan Dr. Edwin H Land geliştirdi. Çektiği fotoğrafları hemen görmesin sağlayacak bir sistem üstünde çalışan Land, 60 saniye içinde tekrenkli (monokrom) bir fotoğraf elde etmeyi başardı. Üstelik, bu yöntemle elde edilen resimler, aynı duyarlıktaki alışılmış filmlerden daha net ve küçük grenliydi. Land, Polaroid Corporation'a bağlı olduğundan, arada başka bir benzerlik olmamasına karşılık, hem fotoğraf makinası için, hem de polarıcılar için «polaroid» deyimi benimsendi.

Polaroid fotoğraf makinasının gizi, kullanılan filmin özelliklerinde yatar. Polaroid film, öteki fotoğraf makinalarında da kullanılabilir (ancak uygulamada, yalnızca özel olarak bu film türü için hazırlanmış makinalar kullanılır). İşlem, temelde öteki fotoğraf işlemlerine benzer. Yalnız, film banyosu, tespit banyosu ve baskı maddelerinin tümü film ambalajı içinde bulunduğundan, karanlık odaya gerek kalmaz.

Bütün fotoğraf yöntemleri, gümüş halür tuzu taneciklerinin (sözgelimi gümüş bromür ya da gümüş iyodür) ışığa duyarlı olmasına dayanır. Bu tanecikler, üstlerine ışık düştüğü zaman bir *gizli görüntü* oluştururlar. Geleneksel fotoğrafçılıkta, bu gizli görüntünün banyo edilmesi sonucu, ışığı çok almış bölgeler daha çok siyahlaşır, yani özgün görüntünün tam tersi oluşur. Işık almamış gümüş tuzları, tespit banyosunda çözülerek ortamdan çıkar ve geride, kalıcı siyah görüntüyü bırakırlar. Polaroid işleminde, ışık almamış bu gümüş halür tuzlarından yararlanılır. Az ışık gelen yerlerde bulunan taneciklerin çoğu ışık almamış olacaklarından, bu tanecikleri siyahlaştırmak, ışığın az olduğu bölgelerde siyah görüntü oluşmasını, yani pozitif baskıda istenen sonucu sağlar.

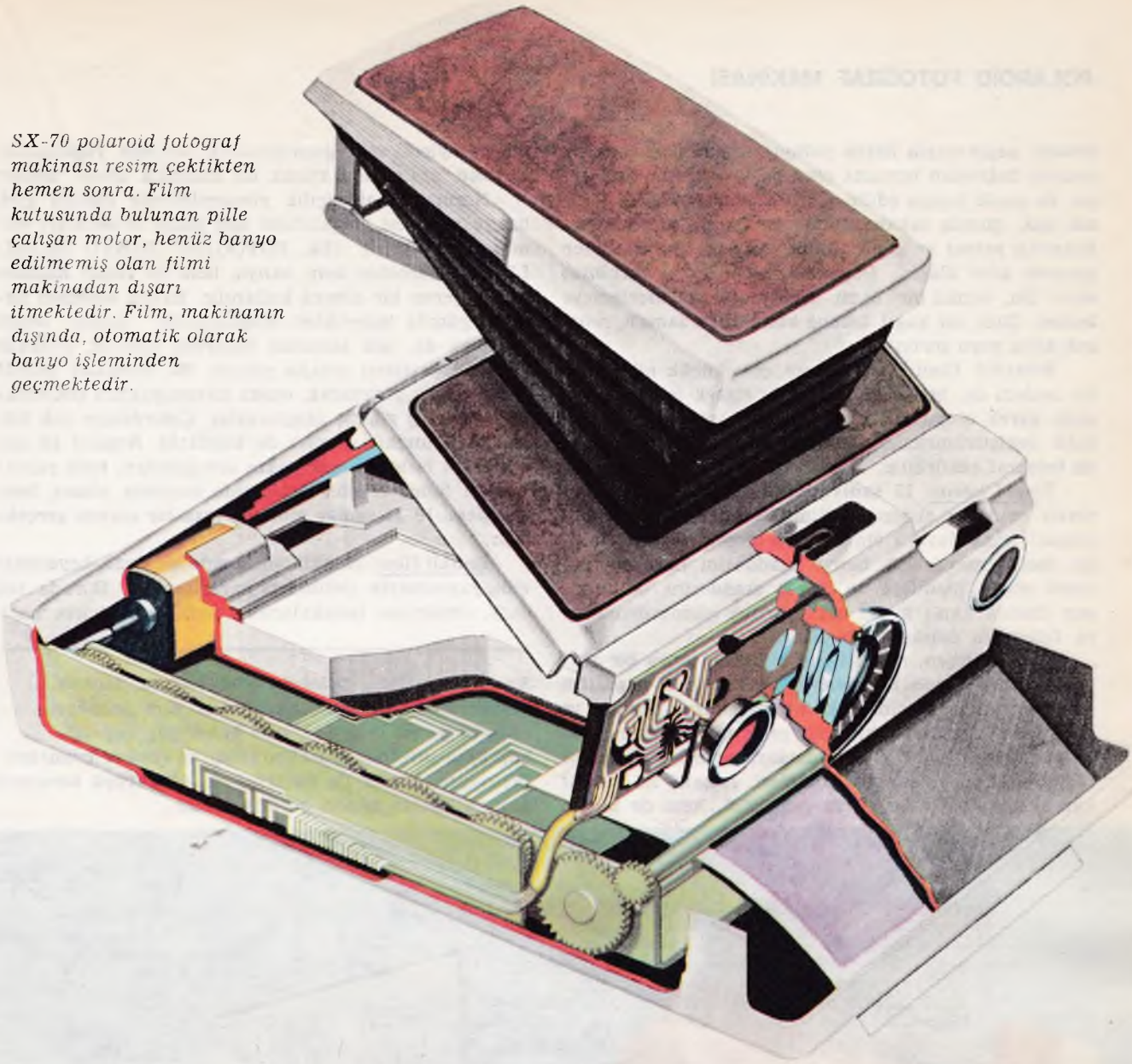
Slayt filmlerinde bu yöntem kullanılır. İlk negatif görüntü, banyodan sonra ağartılarak ortadan kaldırılır ve geriye yalnızca, başlangıçta ışık almamış bölümler kalır. Polaroid yönteminde, ışık almayan bö-

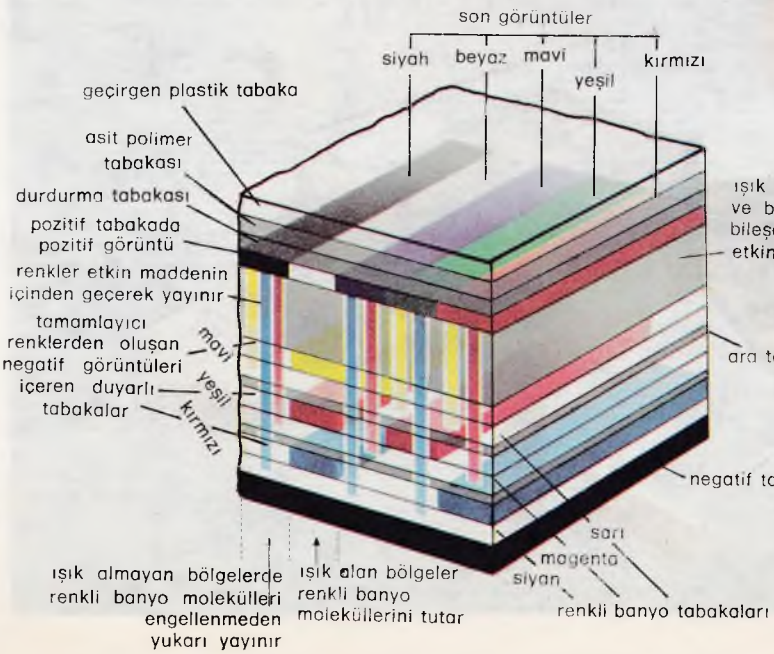
---

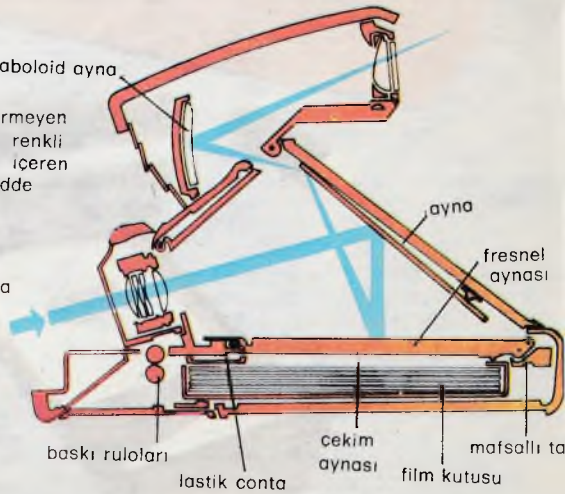
Soldaki üç resimde, yukardan aşağı doğru, SX-70 fotoğraf makinasıyla çekilmiş fotoğrafın, 35 saniye, 1 dakika ve 4 dakika sonraki durumu görülmektedir.

Polaroid SX-70 filminin banyosunu gösteren kesit. (sağda) Yükseklik abartılmıştır. Tabakalar arasına gönderilen etkin madde, renkli banyo moleküllerinin, içinde bulundukları tabakadan ayrılmalarına yolaçar. Bu moleküller, ışık almış bir bölgeyle karşılaşıncaya kadar yayınmayla ilerlemeyi sürdürürler. Etkin madde, tepkime süresini de belirler; asit polimere ulaştığı zaman, tepkime durur.
Resmin en sağında kameranın görme sistemi yeralmaktadır. Çekim sırasında ayna yukarı kalkınca, lastik kapak boşluğu kapatır.

SX-70 polaroid fotograf makinası resim çektikten hemen sonra. Film kutusunda bulunan pille çalışan motor, henüz banyo edilmemiş olan filmi makinadan dışarı itmektedir. Film, makinanın dışında, otomatik olarak banyo işleminden geçmektedir.







lümler, *yayınmayla iletim* yoluyla özgün malzemeden, onunla doğrudan temasta olan baskı malzemesine geçer ve orada banyo edilir. Görüntü incelenirken görülen ışık, gümüş tabakasından geçtikten sonra beyaz kağıttan yansır ve gene gümüş taneciklerinin içinden geçerek göze ulaşır. Böylece ışık iki kez soğurulmuş olur. Bu, renkli bir camı ışığa tutarak incelemeye benzer. Cam, bir kağıt üstüne konulduğu zaman, rengi çok daha koyu görünür.

Polaroid filmin grenlerinin çok küçük olmasının bir nedeni de, belirli bir etki elde etmek için daha az ışığa gerek olmasıdır. Böylece, gren sayısı ve büyüklüğü değiştirilmeksizin, çok daha karanlık koşullarda fotoğraf çekilebilir.

Temel işlem: 15 saniye içinde siyah-beyaz resim veren en yalın sistemde, film, üç önemli bileşenden oluşur: Işığa duyarlı emülsiyonu içeren negatif; içinde, banyo maddesini, banyo maddesini harekete geçiren alkali maddeyi ve tespit maddesini bulunduran plastik kaplı metal zarf; banyo işleminden sonra fotoğrafa dönüşen pozitif kart.

Bu üç bileşen, negatif ışık aldıktan sonra bir araya getirilir. Banyo maddelerini içeren zarf, negatifin ucunda yeralır. Resim çekildikten sonra, negatif ve pozitif kart, onları sıkıştıran çelik makaraların arasından dışarı çekilir. Bu sırada zarf yırtılır ve koyu bir çözelti halindeki banyo maddeleri, negatif ile pozitif kartın üstüne yayılır. Hem negatifin, hem de kartın dış yüzeyleri, ışığı geçirmeyecek biçimde yapılmıştır. Böylece, aralarında küçük bir karanlık bölme oluşur.

Normal fotoğrafçılık yöntemlerinde olduğu gibi, banyo maddesi, negatifteki ışık almış tanecikleri gümüşe dönüştürür (Bk. FOTOĞRAF BANYO İŞLEMLERİ). Polaroidde hem banyo, hem de tespit maddelerini içeren bir çözelti kullanılır. Banyo maddesi hemen, gümüş tanecikleri oluşturmaya başlar; tespit maddesi de, ışık almamış halürleri çözerek, *çözünür gümüş bileşik*leri ortaya çıkarır. Bu bileşikler pozitif karta doğru yayınarak, orada karşılaştıkları çekirdeklerle birleşip gümüş oluştururlar. Çekirdekler çok küçük olduğundan, grenler de küçüktür. Negatif ile pozitif kart birbirine çok yakın olduğundan, hem yayınmadan ötürü resmin netliğinde bozulma olmaz, hem de işlem, 10-15 saniye gibi çok kısa bir sürede gerçekleşir.

Renkli film: Renkli yöntemde de, siyah-beyazdaki gibi, yayınmayla iletimden yararlanılır. Burada tek fark, emülsiyon tabakalarının renkli maddelere bağlı

Resimde (altta), polaroid film kutusu, levhalı makinalarda kullanılacak türden film tabakası (filmin yarısı dışarda), geri bükülmüş negatif yaprağın altından görülen fotoğraf (beyaz kenarları belirleyen maske ile birlikte) ve görüntüyü korumak için kullanılan sünger görülmektedir.

İçinde film bulunmayan bir polaroid fotoğraf makinasının görünüşü. (üstte) Kullanılırken körük ileri çekilir ve mercek, filmden belirli bir uzaklıkta yeralır.

olmasıdır. Kullanılan bütün filmlerde, kırmızı, yeşil ve mavi ışığa duyarlı üç tabaka bulunur. Renkler banyodan sonra da eklenebilir, ama genellikle grenlere bağlı olarak bulunurlar. Yayınmayla iletim işleminde renk maddeleri, başlangıç görüntüsünün oluştuğu tabakadan çıkıp öteki tabakalardan geçtikten sonra, pozitif karta giderler. Bu amaçla renk maddesi, tamamlayıcı emülsiyon tabakasının yakınında yeralan banyo maddesinin bir bileşenine eklenir.

Renkli filmde, zarfın içinde banyo ve tespit maddeleri yerine, banyoyu harekete geçiren bir alkali bulunur. Banyo maddeleriyse, filmin içindedir. Renk ve banyo maddelerini içeren moleküllerden, ışık almış grenlerle karşılaşanların bir bölümü onları banyo edip sabitleştirirken, bir bölümü de pozitif karta kadar ulaşmayı başarır. Işık alan grenlerin sayısı azsa, pozitif karta ulaşan renk maddeleri çoğalır. Pozitif kartta, renkleri sabitleştirici maddeler de vardır. Bu maddeler BOYAMA İŞLEMLERİ'nde kullanılan boyalar gibi, renk maddelerinin sabit kalmasını ve çözülmemesini sağlarlar.

Fotoğraf makinaları: Hızı yüksek olan (ışığa duyarlı) siyah-beyaz polaroid film, birçok olanak sağlar. Sözgelimi, merceğin ışık geçirgenliğinin yüksek olması gerekmez. Polaroid Swinger'de, f_{95} gibi diyafram değerleri kullanılarak, çok geniş netlik derinliği elde edilmiştir. Bu yolla, yakın ve uzak bütün cisimler net bir görüntü verir. Oluşan resim negatif ile aynı büyüklükte olduğundan, makinalar, normal 35 mm'liklerden daha büyük yapılır. Çekilen resmin daha da büyük olması istenirse, daha büyük makina kullanmak gerekir. Polaroid film, stüdyolarda kullanılan levha filmle çalışan makinalara da takılabilir. Çeşitli büyüklükteki ve tipteki filmlerin her biri, kendi boyutlarına göre makina gerektirir. Makinalarda filme gelen ışık, genellikle otomatik olarak denetlenir.

Kullanım yerleri: Polaroid filmin daha pahalı, makinalar ile filmlerin daha büyük ve filmlerin sıradan negatiflere göre daha kullanışsız olması nedeniyle, polaroid fotoğrafçılığın, alışılmış yöntemlerin yerini alması beklenemez. Ancak, polaroid filmler çabuk sonuç gerektiren durumlarda oldukça yararlıdır. Bu alanlara örnek olarak, dişçilikte çekilen fotoğraflar, OSİLOSKOP ekranındaki şekillerin fotoğrafının çekilmesi, adli tıp araştırmaları, kimlik kartlarının hazırlanması ve FOTOMİKROGRAFİ gösterilebilir.

POLİETİLEN (POLİTEN) Bk. PLASTİKLER

POLİGRAF

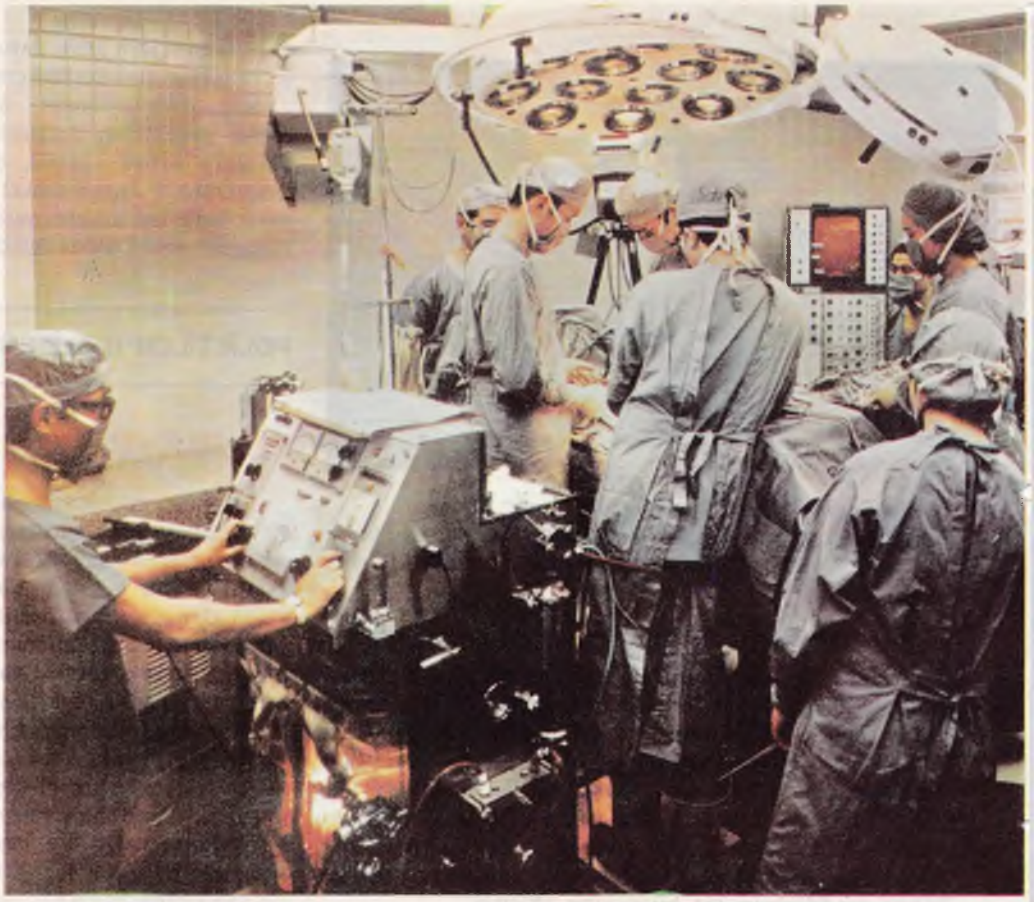
«*Yalan makinası*» diye de adlandırılan poligraf, art arda sorular sorulan kişilerin, bu sorular karşısında gösterdikleri fiziksel tepkideki değişiklikleri kaydeden bir aygıttır. Yalan söylemenin, fiziksel değişiklikler doğuran, gerilim yaratıcı bir işlem olduğu varsayımına dayandırılan bu aygıt, soruların yarattığı gerilimin şiddetini yalın bir yöntemle ölçer. Poligrafların, incelenen kişinin midesine bir MİKRODALGA sinyali göndererek, kişinin solunumunu denetleyen türleri de vardır. Ama sistem genellikle, kalbin çalışmasını ölçen, tenin elektrik iletme gücündeki değişiklikler ile solunumu izleyen aygıtlardan oluşur.

Pnömograf: Pnömograf, incelenen kişinin göğsüne bağlanan bir lastik borudur. Borunun bir ucu aygıt tablosuna bağlanır ve borunun içindeki hava miktarının değişmesi kaydedilerek, solunum eğrisi çizilir. Göğüs hacminin değişmesi, pnömografı, o da, bir körük ve kol sistemiyle YAZICI'yı harekete geçirir. Elde edilen düzensizlikler, solunum sayısında ya da derinliğinde oluşan değişiklikleri gösterir. Bunlar da, elde edilen başka verilerle birleştirilerek, söz konusu kişinin doğruyu söyleyip söylemediğinin değerlendirilmesinde kullanılır.

Kardiyosfigmograf: Nabzı ve kan basıncını ölçen bu aygıt, kol atardamarı üstüne bağlanan bir kolluktan gelen bilgileri, bir eğri halinde gösterir. Kolluğu aygıtın tablosuna bağlayan boru, kan basıncı ile nabız sayısındaki değişmeleri gene bir körük ve kol sistemi aracılığıyla iletir ve tabloda bir eğri çizilir.

Galvanograf: Galvanograf tenin, geçen elektrik akımına karşı direncini ölçer. Tenin doğru akıma karşı «*galvanik ten tepkisi*» adı verilen direnci, tenin içerdiği sıvı miktarına göre değişir (galvanizm, elektrik akımını ya da elektrik akımıyla tedavileri belirten eski bir terimdir). Bu yüzden galvanografın kaydettiği eğrideki değişiklikler, beden yüzeyindeki sıvı miktarının değişmesini (terleme) gösterir. Terleme, sıcak ve fiziksel çalışma dışında, duygusal baskı yaratan etmenlerin etkisiyle de ortaya çıkabilir. Söz konusu kişinin eline ya da parmağına bir elektrot bağlanır. Elektrotun öteki ucu aygıta takılır. Sinyaller galvanometreye iletilmeden önce şiddetlendirildiğinden, bu yolla, çok küçük direnç değişmeleri bile kaydedilebilir.

Poligraf, «yalan makinası» olarak, genellikle suçluluğu değil, suçsuzluğu belirlemekte kullanılır. Aygıttan ameliyatlarda da, hastanın durumunu denetleme amacıyla yararlanılabilir. (sağda) Bunun yanı sıra, psikiyatride, hastanın farkında bile olmadığı korkuların açığa çıkarılmasını sağlar.



Poligrafla sorguya çekilen bir kişi. (altta solda) Sorguya çeken kişinin, sanığın göstereceği tepkileri etkilememesi için arkada durması gerekir.

Taşınabilir poligraf. (altta sağda) Aygıtın sağında pnömograf (lastik borular) kardiyosfigmograf (lastik balon ve kolluk) ve galvanograf elektrotları görülmektedir.

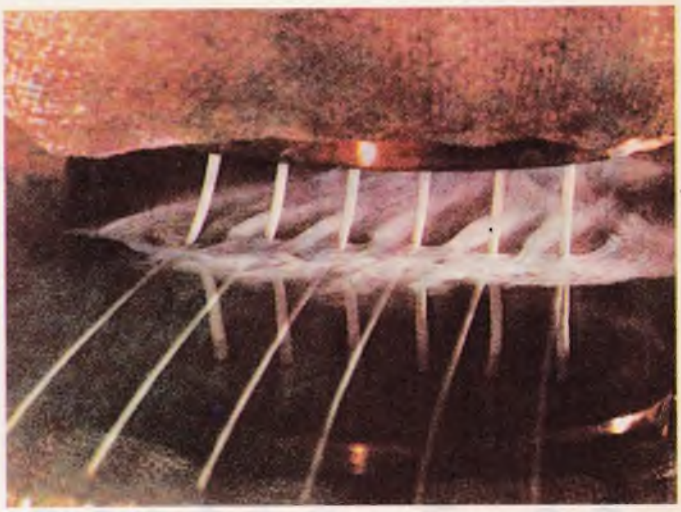
POLİMER VE POLİMERLEŞME

«Polimer» terimi, Yunanca çok anlamına gelen «*polys*» sözcüğü ile bölüm anlamına gelen «*meros*» sözcüğünden türetilmiştir. Yinelenen birimler içeren büyük MOLEKÜL'leri tanımlamada kullanılır. Bir polimer molekülü, kendi monomer birimlerinden 100 000 kadar içerebilir. Organik ya da anorganik kökenli olan polimerler, hem doğal, hem de sentetik olabilirler. Önemli doğal polimerlerden kauçuk, selüloz (Bk.

KARBONHİDRATLAR), PROTEİNLER ve nişasta, organik maddelerdir; ASBEST gibi silikatlar, polifosfatlar ve öteki mineraller de anorganik maddelerdir. Sentetik anorganik polimer örnekleri arasındaysa, silisyum ve oksijen atomlarının art arda bağlanmasıyla oluşan zincirleri taşıyan silikon kauçukları (Bk. KAUÇUK, SENTETİK) ile silikon yağları yeralır. En önemli polimerler, sentetik organik polimerlerdir. Bu grup, *polistiren*, *polivinilklorür* (PVC), *poliolefinler*, *polyesterler* ve *poliüretanlar* gibi, başlıca PLASTİKLER'i kapsar.

Monomerlerden polimeri oluşturan tepkimeye, «*polimerleşme tepkimesi*» adı verilir. Üç temel polimerleşme türü vardır: *Doğrudan polimerleşme; yoğuşma polimerleşmesi; katılma polimerleşmesi.* Doğrudan polimerleşme, tek kimyasal bileşiğin ya da birbiriyle ilişkili iki kimyasal bileşiğin moleküllerinin birbiriyle tepkimeye girmesiyle yürür. Buna karşılık, yoğuşma ve katılma polimerleşmesinde, iki farklı türde bileşik tepkimeye girerek polimer oluştururlar.

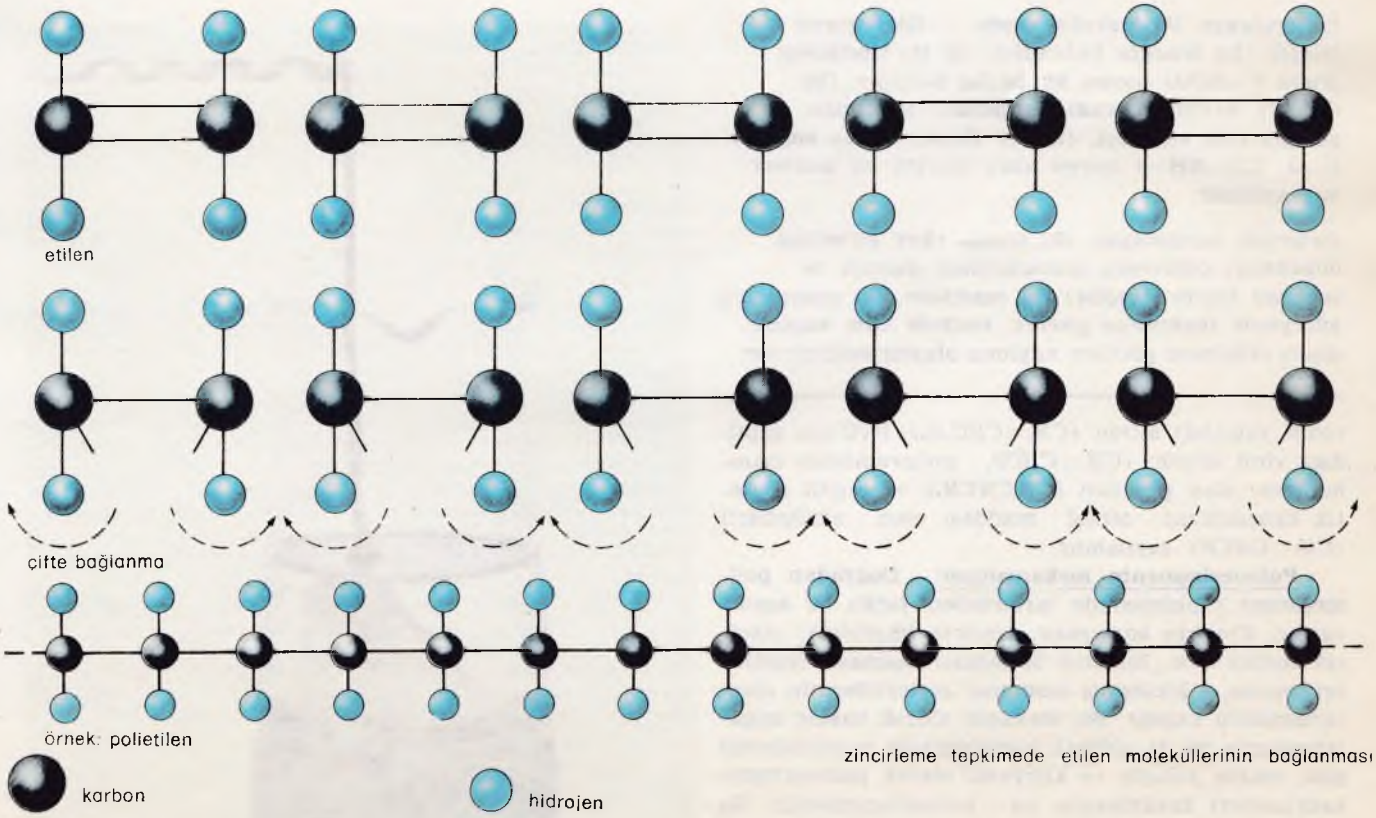
Doğrudan polimerleşme tepkimesinin ortaya çıkması için, monomerde, sözgelimi etilende ($CH_2=CH_2$) olduğu gibi, çifte bağlar ya da üçlü bağlar bulunmalıdır. İyi bilinen polimerlerin çoğu, etilendeki ya da etilen molekülündeki bir (ya da birden çok) hidrojen atomunun, başka atomlarla (ya da atom gruplarıyla) yer değiştirmesi sonucu oluşan etilen türevlerinden kaynaklanır. Önemli etilen türevleri arasında, polisti-

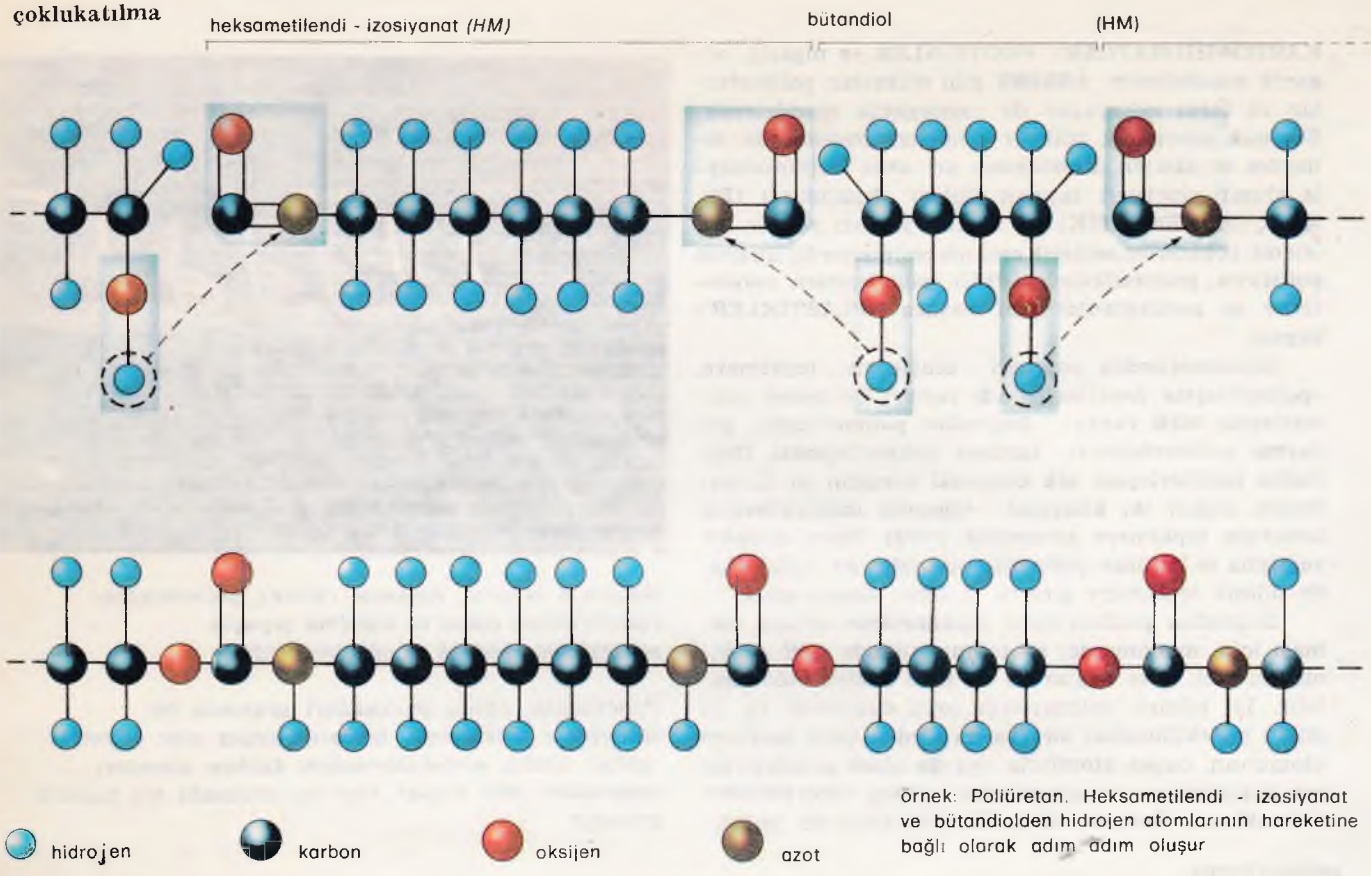


Naylon 6 üretimi. Resimde (üstte), polimerleşme reaktöründen çıkan ve soğutma suyuyla sertleştirilen plastik lif görülmektedir.

Polietilenin, etilen molekülleri arasında bir zincirleme tepkimenin başlatılmasıyla elde edilmesi. (altta) Etilen moleküllerindeki karbon atomları arasındaki çifte bağlar, tepkime sırasında tek bağlara dönüşür.

polimerleşme

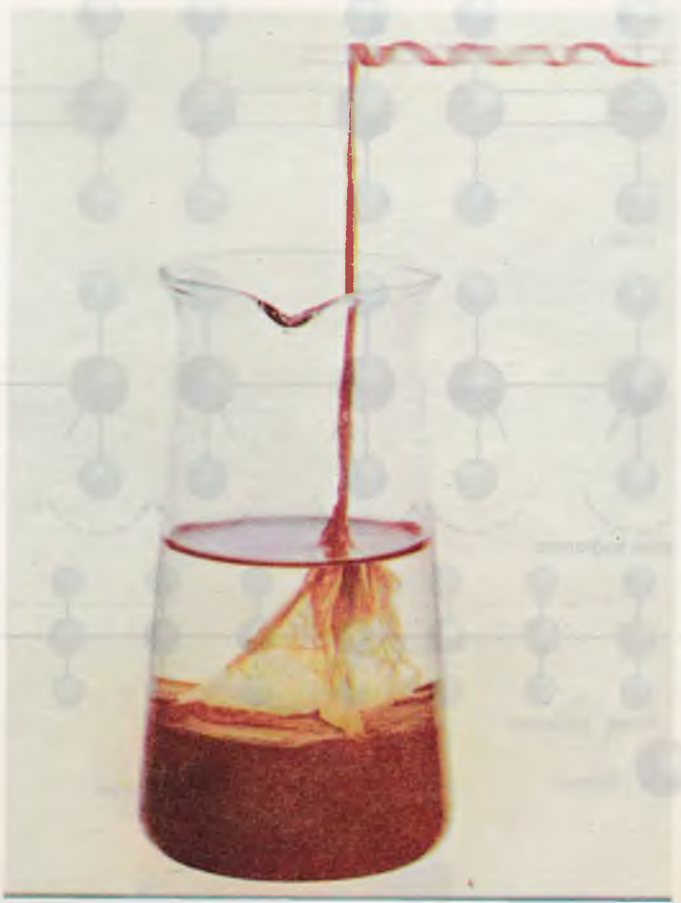




Örnek: Poliüretan. Heksametilendi - izosiyanat ve bütandiolden hidrojen atomlarının hareketine bağlı olarak adım adım oluşur

Poliüretanın, iki hidroksi grubu (—OH) içeren bir bileşik (bu örnekte bütandiol) ile iki izosiyanat grubu (—NCO) içeren bir başka bileşiğin (bu örnekte heksametilendi-izosiyanat) tepkimesi yoluyla elde edilmesi, (üstte) Ürün, üretan bağları (—O—CO—NH—) içeren uzun zincirli bir polimer molekülüdür.

Birbiriyle karışmayan iki sıvıda (biri kırmızıya boyanmış) çözülmüş, heksametilen diamin ve sebakoil klorür. (sağda) Bu maddeler, iki sıvının ara yüzeyinde tepkimeye girerek, resimde cam kaptan dışarı çekilmesi görülen naylonu oluşturmaktadırlar.



renin yapıldığı stiren ($CH_2=CHC_6H_5$), PVC'nin yapıldığı vinil klorür ($CH_2=CHCl$), polipropilenin hammaddesi olan propilen (CH_3CHCH_3) ve çeşitli sentetik kauçukların temel maddesi olan akrilonitril ($CH_2=CHCN$) sayılabilir.

Polimerleşmenin mekanizması: Doğrudan polimerleşme tepkimesinde birbirinden farklı üç aşama vardır: *Zincirin başlaması; zincirin büyümesi; zincirin sonlanması.* Zincirin başlaması aşaması, tepkime ortamında, etkinleşmiş monomer moleküllerinin oluşturulmasını kapsar. Bu, mekanik olarak basınç uygulanmasıyla ya da şiddetli karıştırmayla yapılabileceği gibi, ısıtma yoluyla ve kimyasal olarak polimerleşme katalizörleri katılmasıyla da gerçekleştirilebilir. Bu

tür katalizörler, genellikle *serbest radikal*ler (kimyasal bağ oluşumuna katılmamış tek elektron içeren gruplar) ya da iyonlar (elektrik yükü taşıyan kimyasal gruplar) üretebilen bileşiklerdir. Serbest radikal oluşturanların çoğunlukla organik peroksitler olmasına karşılık, iyon oluşturanlar, bor triflüorür (BF_3) ya da titan tetraklorür ($TiCl_4$) gibi anorganik bileşiklerdir. Başlangıç aşaması bazen, tepkime ortamının morötesi ışıkla ışınlandırılmasıyla da sağlanır.

Tepkime ortamında etkinleşmiş monomer molekülleri ortaya çıktıktan sonra, zincir büyümesi başlar. Bir etkinleşmiş molekül, bir etkinleşmemiş monomerle tepkimeye girerek, öncekinden bir monomer birimi daha uzun olan yeni bir etkinleşmiş molekül verir. Bu süreç, zincirin, sözgelimi ikinci bir etkinleşmiş molekülle tepkimeye girmesi sonucu etkinliğinin sonlanmasına kadar yinelenerek, polimer zincirini büyütür. Tepkimelerin sırası aşağıdaki gibi gösterilebilir (burada M etkinleşmemiş, M^* de etkinleşmiş monomer birimlerini göstermektedir):

Etkinleşme $M \longrightarrow M^*$

Büyüme $M^* + M \longrightarrow M{-}M^*$

Büyüme $M{-}M^* + M \longrightarrow M{-}M{-}M^*$

Sonlanma $M{-}M{-}M^* + M^* \longrightarrow M{-}M{-}M{-}M$

Polimerleşme bir tek kimyasal bileşiği (sözgelimi etilen) kapsıyorsa, ürün «*homopolimer*» diye adlandırılır. İki monomer kullanılıyorsa (sözgelimi akrilonitril ve bütadien), ürüne «*kopolimer*» adı verilir ve bu durumda molekül zincirlerinde iki monomer birimi bulunur. Çeşitli polimerleri, polimerleşmeden sonra mekanik olarak karıştırarak, *polimer alaşımları* elde etme olanağı da vardır. Polimerleşme koşulları (başka bir deyişle, sıcaklık, basınç, monomer yoğunluğu) uygun biçimde değiştirilerek, ürünün istenen özellikleri taşıması sağlanabilir.

Polimerleştirme yöntemleri: Endüstride polimerleştirme, farklı yollardan yapılır. Sözgelimi polistiren, *yığın* polimerleştirmesi, *emülsiyon* polimerleştirmesi ya da *asıltı* polimerleştirmesi yoluyla gerçekleştirilebilir. Yığın polimerleştirmesi, sürekli bir işlemdir ve stiren, bir reaktörde doğrudan polimerleştirilir. Bazen, tepkime sırasında açığa çıkan ısının denetim altına alınabilmesi için, bir asal çözücü de katılır.

Emülsiyon yönteminde önce, stirenin, bir deterjan kullanılarak sulu faz (su) içinde yaklaşık bir mikron çapında stiren damlacıkları biçiminde iyice dağıtılmasıyla, bir emülsiyon hazırlanır. Ardından, bu emülsiyon 70-100°C sıcaklığa kadar ısıtılır ve içine, suda çözünen bir polimerleşme katalizörü katılır. Stiren damlacıkları katı polimer taneciklerine dönüşür ve su, buharlaştırma yoluyla alınır.

Asıltı yönteminde, stiren monomer, 0,2-1,5 mm çapında damlacıklar oluşturacak biçimde, hızla suyla karıştırılır. Bu damlacıkların birleşmesini önlemek için, tepkime ortamına, dağılmayı sağlayan bir kimyasal madde katılır. Asıltıya stirende çözünen bir polimerleşme katalizörü (genellikle bir organik peroksit) eklenir. Böylece, sıvı stiren damlacıkları, katı polimer taneciklerine dönüşür. Bunlar, su fazından alınır ve kurutulur.

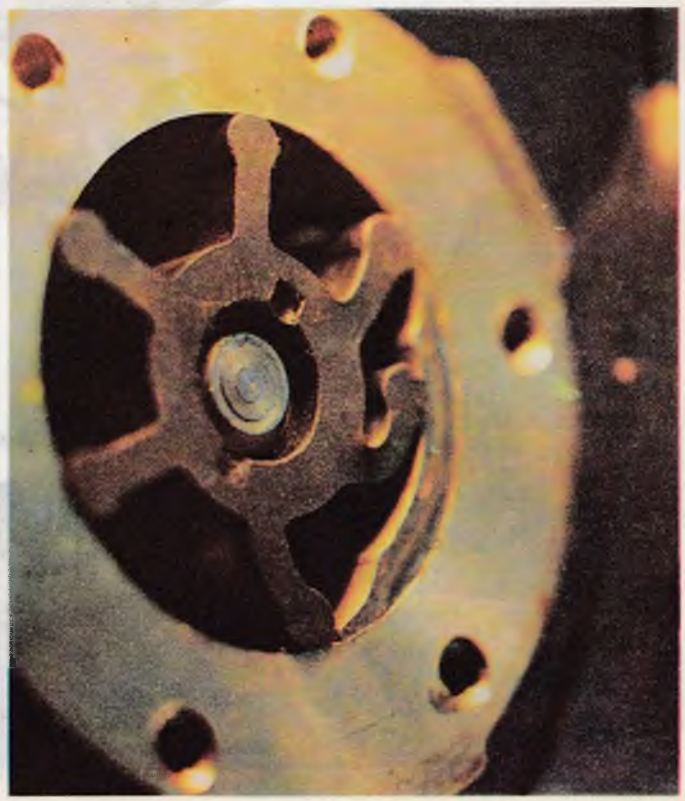
POMPA

Pompa (ya da tulumba) bir akışkanı, alçak bir düzeyden yüksek bir düzeye çıkarmada ya da enerjinin akışkana aktarılmasında kullanılan bir aygıttır.

Pompaya ilişkin ilk kayda İskenderiye Müzesi'nde raslanılmıştır. Bilinen ilk pompaysa, Roma'da, İ.Ö. 100 yıllarında kullanılmıştır. İki ucunda supaplar olan ve içi oyuk pistonlu silindirden oluşan bu emme-basma tulumba, bir *artı yer değiştirmeli (pozitif deplasman)* pompaydı.

Artı yer değiştirmeli pompalar: Pistonun her hareketinde, belirli bir miktar sıvı yer değiştirdiği için böyle adlandırılmışlardır. Valflar (*klape*ler) geri dönüşsüzlüğü sağlar; sıvı yalnızca tek yönde akabilir. Artı yer değiştirmeli pompalar, ileri-geri hareketle çalışırlar; yani pistonun, silindirin ve diyaframın hareketi, sıvıyı, sürekli olarak değil, bölüm bölüm iterek basar. Bisiklet pompası buna iyi bir örnektir. Pompanın her basılışında, hava lastiğe itilir ve geri dönüşsüz bir supapla geri kaçması önlenir. Pompa çekildiğinde, hava silindire girer ve pistonun önündeki bölmeye dolarak, ikinci basılışta lastiğe gönderilir. İleri-geri hareketle çalışan pompalar, çift etkili de yapılabilir. Piston kolunun silindire girdiği bölüme bir conta ve ek valflar yerleştirilerek, sıvının, pistonun iki yanından basılması sağlanır.

Lastik çarklı dönel pompa. (altta) Dönel pompada çark, girişten çıkışa kadar sıvının hızını artırarak basıncı yükseltir.



Dönel pompalar, ileri-geri hareketle çalışmayan, artı yer değiştirmeli pompalardır. Bunlarda valf yoktur. Sıvı, bir ağızdan girer, dönen kanatçıklarla ya da dişlilerle itilerek, çıkıştan dışarı atılır. Debi, kanatçıkların ya da dişlerin arasındaki açıklığa bağlıdır.

Artı yer değiştirmeli pompalar, çalışma aralıklarının dar olması nedeniyle, daha çok arı sıvılar için kullanılmaya elverişlidir. Pistonun ya da bağlantı çubuğunun bir diyaframa bağlandığı *diyaframlı* pompalar, bu kuralın dışında kalır. Bunlar, diyaframın ileri-geri hareketi yer değiştirmeyi sağladığı ve sıvı diyaframı geçip çalışan bölümlere ulaşmayacağı için, katı parçacıklı sıvıların pompalanmasında kullanılabilirler.

Sığamsal hareketli pompalar, valfsız dönel pompalardır. Esnek bir borunun sürekli olarak sıkılmasıyla çalışan bu pompalar, hem içinde katı maddeler bulunan sıvıların, hem de ağdalı sıvıların pompalanmasında kullanılabilir. KALP-AKCİĞER POMPASI'nda da kan, bu tür bir pompayla pompalanır.

Emme-basma tulumbalar, su çekmede oldukça yaygın biçimde kullanılmaktadır. Otomobil ve kamyonlardaki yağ ve yakıt pompalarıysa, genellikle piston ve diyafram tipindedir. Uçak kumanda ve İNİŞ TAKIMI'nda, otomobil krikolarında ve hafriyat makinalarında kullanılan hidrolik pompalar, yüksek basınçlarda çalışan artı yer değiştirmeli pompalardır.

Santrifüj pompalar: Santrifüj pompalar, XIX. yüzyılın ortalarında gelişmeye başlamıştır. Bir gövde içinde yeralan kanatlı bir pervaneden («çark» adı verilir) oluşan bu pompalarda sıvı, bir girişten, çarkın ortasına iletilir. Basınç, sıvının çarkla döndürülmesiyle elde edilir.

Merkezkaç kuvvetle basınç oluşturma ilkesi, su dolu bir kovanın hızla çevrilmesinde açıkça görülür. Kova yeterli hızda çevrilirse, merkezkaç kuvvet, suyu kovada tutar. Yüksek hızlarda elde edilen basınç daha da güçlüdür. Belirli bir hacimdeki sıvının toplam basıncı, manometreyle okunabilen *statik* basınç ile hareket hızına bağlı olan *dinamik* basınçtan oluşur. Dinamik basınç, hareket eden sıvının, önüne çıkan bir cisme yaptığı basınçtır. Dinamik basınç, hızın karesiyle artar. Akan bir sıvıda dinamik basıncın yalnızca 0,5-0,8 kadarı, statik basınca dönüştürülebilir. En ya-

Bir bostan kuyusu ve pompası. (altta) Bir çember ile bir dizi kovadan oluşan (dolap) bu sistem, eski bir buluştur.

lın yöntem, kanalın kesitini yavaş yavaş (8°'den büyük olmama koşuluyla) artırmaktır. Bu tür kanala «*difüzör*» denir. Difüzör genellikle küçük pompalarda kullanılır. Büyük pompaların çoğunda, pompa gövdesinin dışı, çıkış ağzına doğru salyangoz biçiminde genişler. Sıvı, çark tarafından basılır. Çark bir mile takılmıştır. Milin gövdeye girdiği yerde bir salmastra vardır.

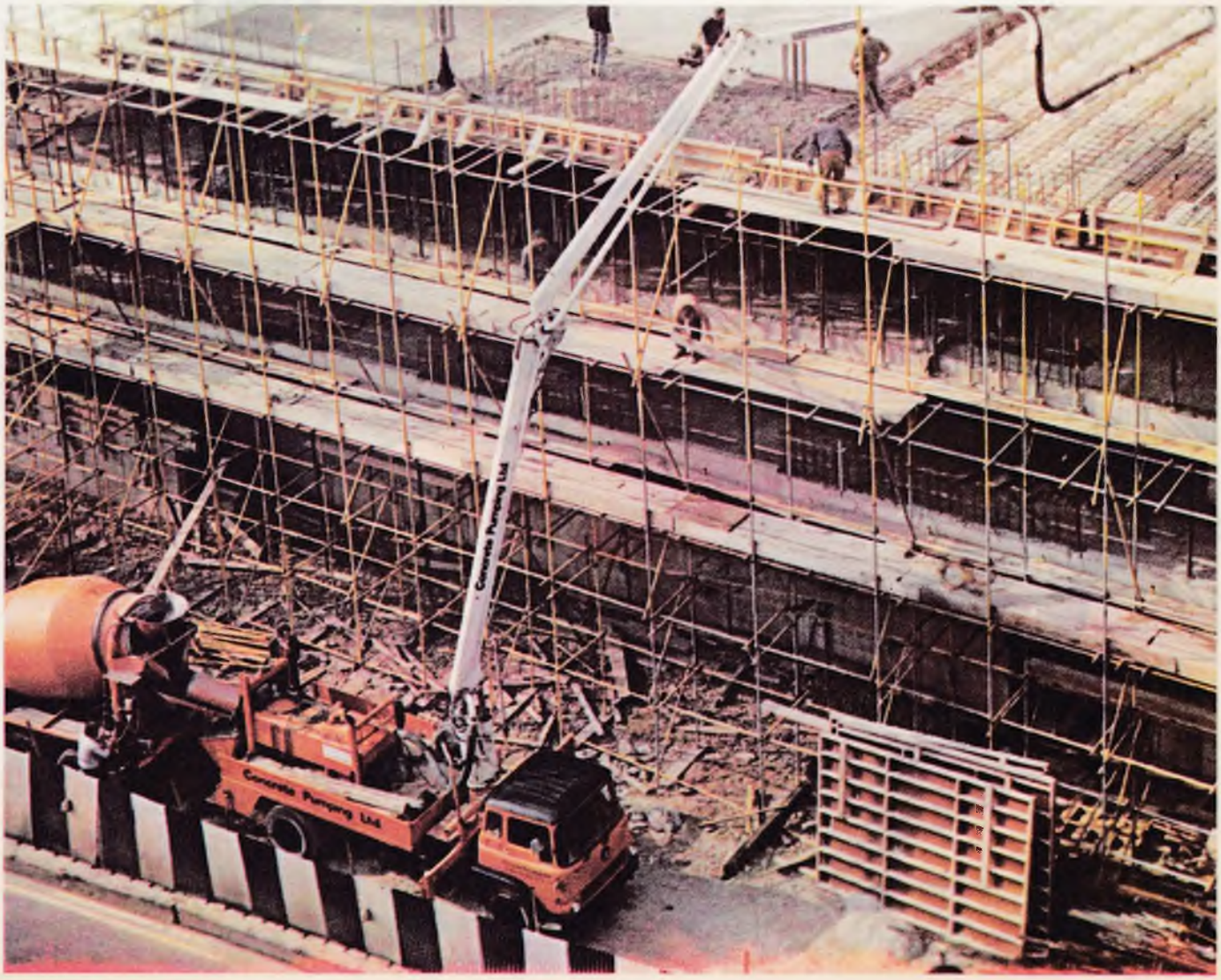
Artı yer değiştirmeli pompanın tersine, santrifüj pompalarının basma valfı yoktur. Belirli bir dönme hızıyla en üst basınç elde edilir. Bu tür bir pompanın, bir hidrodinamik pompa olduğu söylenebilir. Bütün sıvılarda kullanılmaya elverişlidir. Plastikten, bronzdan, titanyum ve tantal gibi metallere kadar her tür maddeden yapılabilir.

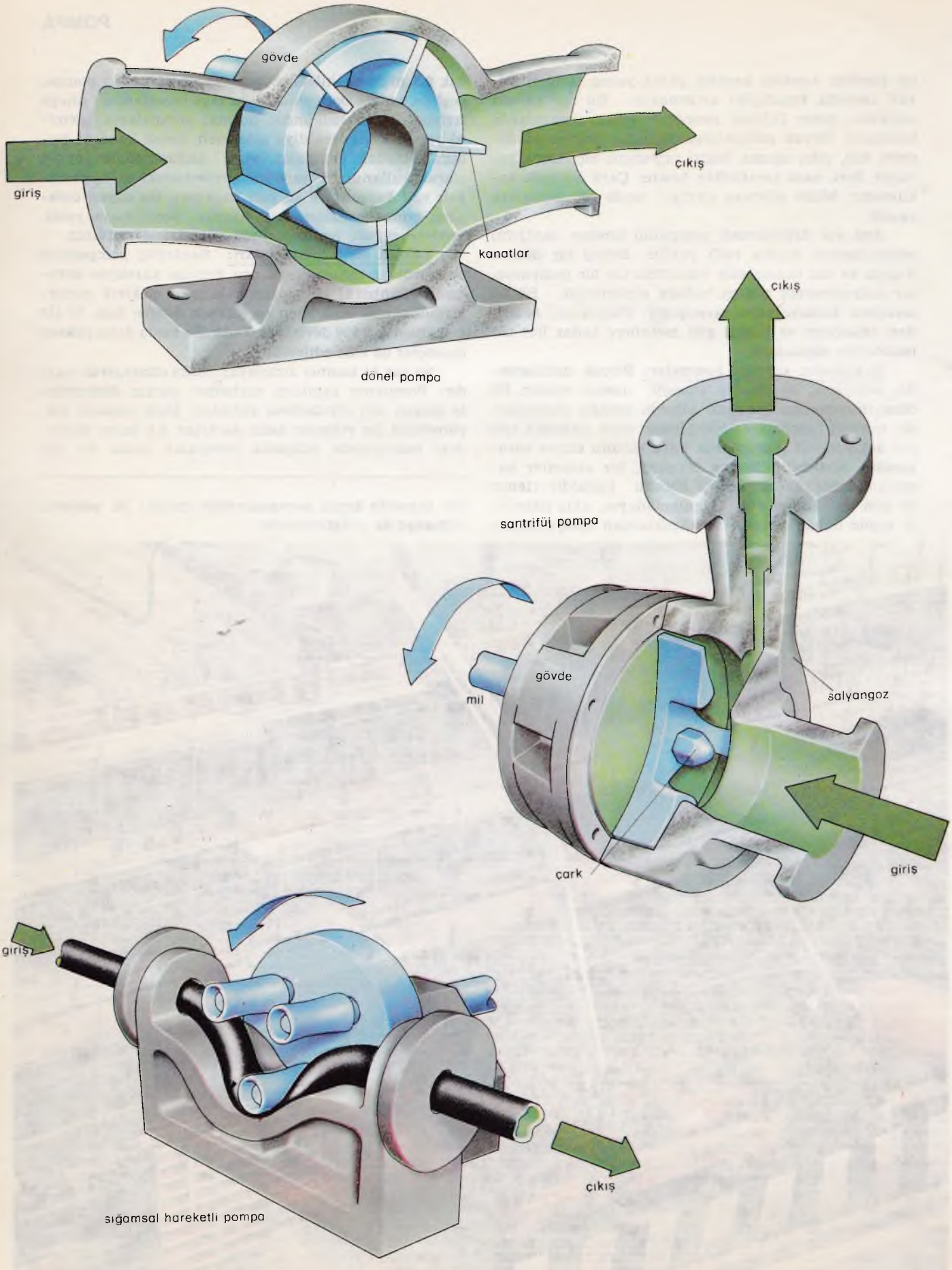
Kendinden emmeli pompalar: Birçok uygulamada, pompanın kendinden emmeli olması istenir. Su düzeyinin pompa girişinin altında olduğu durumlarda, normal pompalama işleminden önce, yalnızca artı yer değiştirmeli pompalarda hava sütunu emme borusundan çekilebilir. Emme derinliği, bir atmosfer basınca eşdeğer yükseklikte su sütunu kadardır (temiz su için bu 10,35 m'dir). Uygulamadaysa, akış yitimleri, suyun buhar basıncı ve kaçaklardan dolayı, su ancak 8,5 m'den çekilebilir. Normal bir santrifüj pompa, boşken, emme borusundaki havayı boşaltamaz; ancak sıvıyla doldurulduğunda, normal pompalama işlemini yapar. «*Yaş tip*» diye nitelenen, kendi kendini dolduran türden pompalar, yapı endüstrisinde yaygın olarak kullanılır. Pompanın gövdesindeki su kaçırmayan valf kapanır ve su geri kaçamaz. Bu suyun dolaşımı, emme borusundaki havayı boşaltmaya yeter. Böylece suyun, pompa içinde yükselmesi sağlanır.

Yüksek basınç pompaları: Santrifüj pompaların oluşturduğu basınç, çark ucu hızının karesiyle orantılıdır. Santrifüj pompaları çalıştıran elektrik motorlarından elde edilebilen en yüksek dönme hızı, 50 Hz frekansında 2 900 devir/dakikadır. Bu hızda, daha yüksek basınçlar da elde edilebilir.

Ne var ki basıncı sınırlayan başka etmenler de vardır: Pompanın yapıldığı malzeme; çarkın dönmesiyle oluşan sıvı sürtünmesi yitimleri. Çark çapının büyümesiyle, bu yitimler daha da artar. 6,9 barın üstündeki basınçlarda çalışacak pompalar, ortak bir mil

Bir inşaatta beton pompalanması. (altta) Bu yöntem, Almanya'da geliştirilmiştir.




gövde
giriş
çıkış
kanatlar
dönel pompa
çıkış
santrifüj pompa
gövde
mil
salyangoz
çark
giriş
giriş
çıkış
sığamsal hareketli pompa

Üç tip çağdaş artı yer değiştirmeli pompa. (solda) Dönel pompa (resmin üstünde): Dönen rotorun hareketiyle sıvı hızlanır. Kanatlar, pompalanması istenen sıvının tipine göre lastik, metal ya da plastikten yapılabilir. Bazı dönel pompalarda, rotor dıştadır ve kanatlar içeri-dışarı kayar (lastikten yapılmışlarsa bükülürler). Başka çeşitlerde, iki ya da daha çok sayıda dişli, tek bir mil yerine, ayrı ayrı eksenler üstünde birbirlerine geçmiş halde dönerler. Santrifüj pompa (resmin ortasında): Çark, sıvıyı gövdenin iç yüzüne savurup, bir merkezkaç kuvvet oluşturur. Gövdeye «salyangoz» denir. Salyangoz çıkışa kadar, sıvının akışını, yüksek hızlı düşük basınçlı akıştan düşük hızlı yüksek basınçlı akışa dönüştürür. Sığamsal hareketli pompa (resmin altında): Bu pompanın çalışma ilkesi, barsak hareketlerine benzer. Su, esnek bir borunun sıkılmasıyla basılır.

Petrol aramada kullanılan, yüksek basınçlı santrifüj pompanın çarkları. (altta solda) Seri halde düzenlenmişlerdir. Her kademenin çıkışı, bir sonraki kademenin girişine bağlıdır.

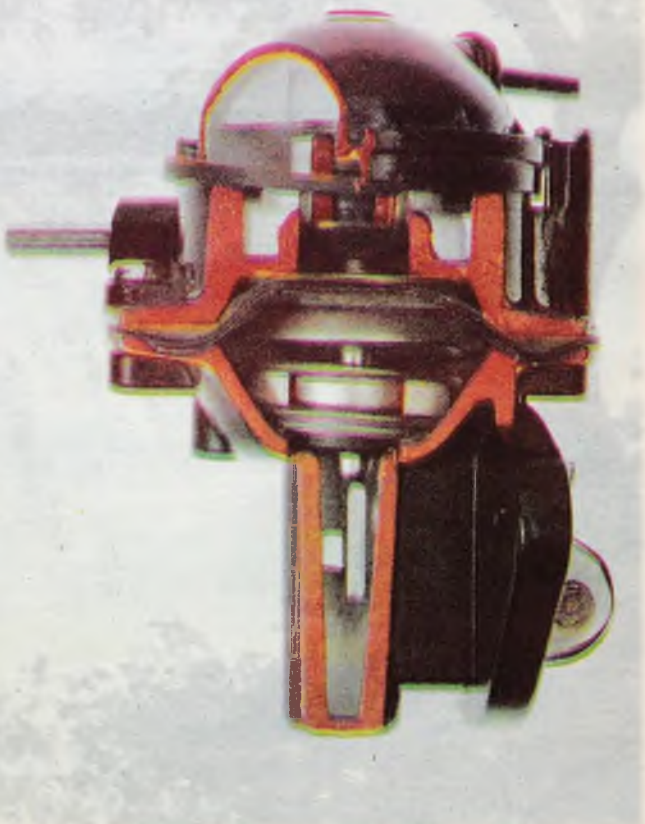
Diyaframlı yakıt pompası. (altta sağda) Diyafram, üst ve alt gövde arasına tutturulmuştur.

üstüne dizilmiş birden çok çarktan oluşur. Bu tür pompalara, «kademeli pompalar» denir. Sıvı, bir kademeden çıkıp, bir sonraki kademenin girişine ulaşır. Son yıllarda, ROKET pompalarından ve jet motorlarındaki çok kademeli kompresörlerden kazanılan deneyimle, tek bir kademenin daha yüksek basınç verdiği, çok daha hızlı çalışan ticari pompalar geliştirilmiştir. Bir dişli ya da kayışla çalıştırılan bu pompalar, ucuz, yalın ve kullanışlıdır. Bazıları, 30 000 devir/dakikada çalışıp, 140 bar basınç sağlayabilmektedir.

Öteki türler: Santrifüj ya da artı yer değiştirme sınıflarına sokulamayacak pompalar da vardır.

Bunlara örnek olarak, *su koçu* gösterilebilir. Düşük basınçta çok miktarda suyun bulunduğu yerlerde, su koçuyla, az miktarda su oldukça yükseğe basılabilir. Bu yöntemde, hiç bir dış kuvvet gerekmez. Su akımının momentumundan yararlanılarak, belirli ve düzenli aralarla kapatılan bir supapla yüksek fışkırma basıncı sağlanır. Söz konusu etki, evlerdeki musluklarda da gözlenebilir. Apansız kapatılan musluk, bir çekiç sesi (vuruntu) oluşturur.

Basınçlı hava pompası, maden ocaklarından suyu, kuyulardan petrolü çıkarmaya yarayan yalın bir aygıttır. Bir ucu su düzeyinin oldukça aşağısına uzanan düşey boruya, basınçlı hava ya da gaz basılır. Borunun dışındaki sıvı ile borunun içindeki gaz-sıvı karışımının yoğunluğu arasındaki fark, boru uzunluğuna, daldırılma miktarına ve hava kabarcıklarının biçimi-



ne bağlı olarak, yüzeye doğru akış sağlar.

CIVA gibi sıvı metaller, NÜKLEER REAKTÖR'lerde ısı taşıyıcı sıvılar olarak kullanılır. Bunları akıtmak için elektromagnetik pompalar kullanılır. Sıvıdan, istenen akış yönüne dik eksende, bir magnetik alan geçirilir. Aygıt, normal bir doğru akımlı elektrik motoru gibi çalışır.

PORSELEN KİLİ Bk. KAOLİN

POTANSİYEL

Potansiyel (ya da daha doğru bir deyişle potansiyel ENERJİ), kuvvet alanları söz konusu olduğunda kullanılan bir kavramdır. Bu alan içinde bir cisim hareket ettirildiğinde kazanılan ya da yitirilen enerjinin tek nedeni, potansiyel enerji değişimidir. Böyle bir harekette, sözgelimi ısı oluşumuna yolaçacak bir sürtünme söz konusu değildir. Kuvvet alanı içinde bir cismi hareket ettirmek için gereken enerji, alınan yola bağlı değildir. Potansiyel kuramı, *çekim alanı*nda kütleye, *elektrik alanı*nda elektrik yüküne, *magnetik alan*da kutup şiddetine, *nükleer alan*da da nükleer taneciklere uygulanabilir. Potansiyel enerji söz konusu olduğu sürece, bu alanların özdeş olduğu varsayılır; dolayısıyle, bunlardan yalnız birini, sözgelimi çekim alanını ele almak yeterlidir.

Bir cismin potansiyeli, o cisimdeki gizli enerjidir. Sözgelimi, bir ŞAHMERDAN, Dünya'nın çekim alanı

Rodezya'daki Victoria çağlayanı (altta), potansiyel enerji ile kinetik enerjinin dinamik ilişkisini gösteren iyi bir örnektir. Dünya'nın çekim alanından dolayı, çağlayanın en üst noktasında potansiyel enerji en büyüktür; yani en büyük iş yapma potansiyelindedir.

içinde belli bir yüksekliğe çıkarılırsa, şahmerdan blokunda bir iş yapılmış olur. Şahmerdan serbest bırakılınca, en düşük enerji düzeyini alır ve potansiyel enerjideki bu fark, alttaki kazığa geçirilir. Böylece, kazığın yere doğru hareketi sağlanır (ancak, enerjinin büyük bir bölümü ısı ve ses biçiminde harcanır).

Şahmerdana daha çok iş yaptırabilmek için, ya daha yükseğe çıkarmak ya da ağırlığı artırmak gerekir. Bu durumlarda, yerçekimine bağlı potansiyel enerji, şahmerdanın ağırlığı ile yerden yüksekliği çarpılarak bulunabilir. Sözgelimi, yerden 1 metre yüksekte, 100 newton ağırlığında bir şahmerdanın potansiyel enerjisi, 100 newton-metre olacaktır. Şahmerdan serbest bırakıldığında, bu kadar enerji açığa çıkacak ya da ona eşdeğer bir iş yapılacaktır.

Açıklamalardan da anlaşılacağı gibi «potansiyel», görece bir terimdir (elektrikte, «potansiyel farkı»ndan söz edilir). Mutlak potansiyel, sıfır noktasına göre verilir ve genellikle bu noktada kuvvet alanı, kendini oluşturan kaynaktan sonsuz uzaklıkta bulunur. Uygulamada, belirli amaçlar için, rasgele bir sıfır referans düzeyi seçilir. Çekim alanı söz konusu olduğunda, sıfır düzeyi genellikle yeryüzü olarak kabul edilir. Elektrik potansiyel için de toprak hattı, sıfır potansiyel anlamına gelir.

«Bir alan içindeki herhangi bir noktanın potansiyeli», sık sık karşılaşılan kavramlardandır. Çekim alanında potansiyel, «birim kütleyi (sözgelimi kilogram), sonsuz uzaklıktan belli bir noktaya getirmek için yapılması gereken iş» olarak da tanımlanabilir. Elektrik alanı ele alınırsa, bir birim yükün (bir coulomb) sonsuzdan, söz konusu noktaya getirilmesi için yapılan iş, o noktanın potansiyel değerini verir. Elektrik potansiyelin birimi volttur (Bk. ELEKTROSTATİK).

Potansiyel, buraya kadar değinilen örneklerin yanı sıra, başka sistemler içinde de varolabilir. Sözgelimi, kurulu saat zembereğinin potansiyel enerjisi vardır. Zemberek boşalırken bu enerji saati çalıştırır. Buna, «mekanik potansiyel» adı verilir. Hidrojen ve oksijen karışımı patlatıldığında, çok büyük bir enerji açığa çıkar. Buna da, «kimyasal potansiyel» denir.

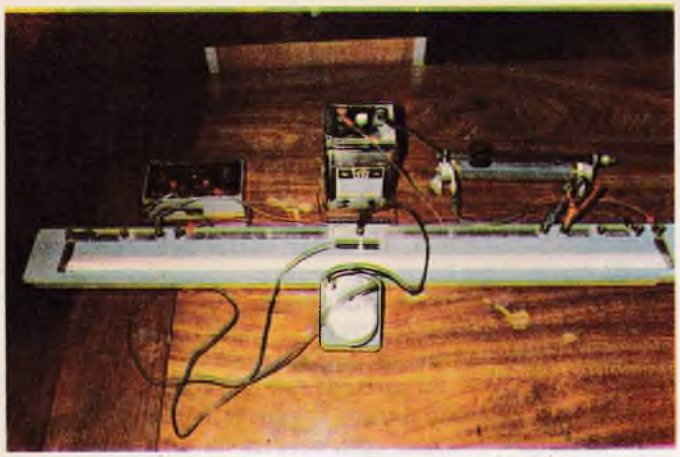
Potansiyel kuramı, bulunduğu konum nedeniyle enerji kazanan (ya da yitiren) cisimlerin söz konusu olduğu her tür duruma uygulanabilir. Ancak, enerjinin ortaya çıkış biçimi (elektrik, magnetik, çekimsel, nükleer) değişebilir. Resimde (altta) görülen kaya, duyarlı bir dengede durmakta ve büyük bir çekim potansiyeli içermektedir.

POTANSİYOMETRE

Potansiyometreler, akım ve gerilim ölçümlerinde kullanılan, yüksek duyarlıklı aygıtlardır. «Potansiyometre» adı, bütünüyle farklı bir başka aygıt için de kullanılır. Bu aygıt, üç girişli bir gerilim bölücüsü olan bir *reosta*dır.

Elektrik ölçümleri: Elektrik ölçümlerinde kullanılan potansiyometreler, genellikle iki gerilimi birbirine karşı dengeleme ilkesine göre çalışırlar. Sözgelimi, iki üreteç birleştirilince (artı uç artı uçla, eksi uç eksi uçla bağlanarak), devrede oluşan toplam elektromotor kuvvet, iki üretecin gerilimleri arasındaki farka eşittir. Devreye bir GALVANOMETRE yerleştirilerek, hem geçmekte olan akımın şiddeti, hem de iki gerilimin farkı ölçülebilir. Galvanometreden hiç akım geçmezse, iki üretecin de tam olarak dengelendiği, yani aynı gerilim düzeyine geldiği anlaşılır.

Sürgülü potansiyometre: Bu aygıtta, kesiti her noktada aynı olan, belirli uzunlukta (sözgelimi 1 m'lik) bir tel vardır. Tel iki uç arasına gerilir ve uçlara seri olarak bir üreteç ile bir reosta bağlanır. Gerili telin özgül direnci, her noktada aynıdır; dolayısıyle tel üstündeki herhangi bir noktadaki gerilim, bu noktanın uca uzaklığıyla orantılıdır. Ölçme sırasında, reosta değerinin ve üreteç geriliminin değişmemesi gerekir.



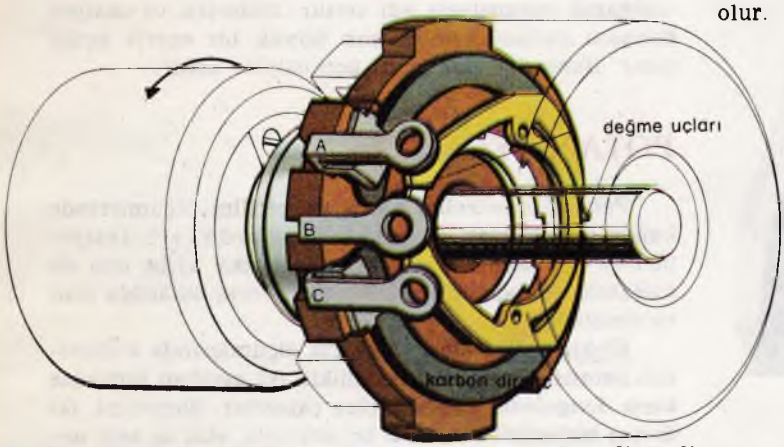
Wheatstone köprüsü, direnç ölçen bir aygıttır. (üstte) Sürgü, derecelendirilmiş bir ölçek üstüne takılmıştır. Resmin solundaki direnç kutusu, standart dirençtir. Resimde, aygıtla bir reostanın direncinin ölçülmesi görülmektedir.

Duyarlı potansiyometreler. (solda) Bunlar, tel sarımlı ya da iletken plastik sarımlı aygıtlardır. Havacılıkta ve güdümlü mermi sistemlerinde kullanılırlar.

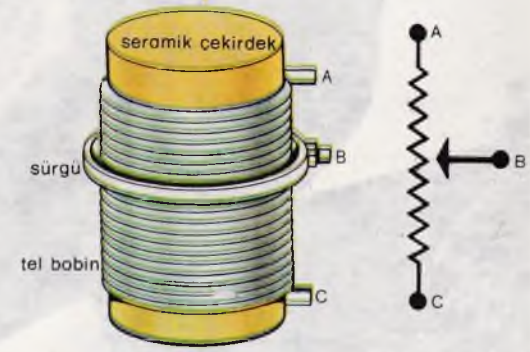
Ölçülmek istenen gerilim, ya bir üretecin kutupları arasındaki potansiyel fark ya da akım geçiren bir direncin iki ucu arasındaki gerilim olabilir. İkisinde de, bu kaynaklardan iki uç alınır. Bunlardan biri gergin telin bir ucuna, öteki de galvanometrenin elde tutulan ölçme ucuna bağlanır. Ölçme ucuyla tele dokunulduğu zaman galvanometreden geçen akım, bu noktada telin gerilimi ile bilinmeyen gerilimin dengede olmadığını gösterir. Ölçme ucu, galvanometre sıfır durumuna gelene kadar kaydırılır ve bulunan noktanın telin ucundan uzaklığı, duyarlı olarak ölçülür.

İşlem, bilinmeyen gerilim yerine bir standart pil yerleştirilerek yinelenir ve yeni bir denge noktası bulunup, bunun tel ucundan uzaklığı duyarlı olarak yeniden ölçülür. Standart pil gerilimi ve daha önceki iki uzaklık değeri bilindiğinden, gerilim hesaplanabilir. İki uzaklığın birbirine oranı, bilinmeyen gerilimin standart pilin gerilimine oranına eşittir. Wheatstone köprüsü de, aynı ilkeye göre, dirençlerin duyarlı olarak ölçülmesinde kullanılır.

Büyük gerilimlerin ölçülmesi: Sürgülü potansiyometrelerle, yalnızca standart pil gerilimine yakın gerilim değerleri ölçülebilir. Reosta kullanılarak bazı düzeltmeler yapılır. Reosta direncinin düşürülmesi, telden geçen alan şiddetinin artmasına ve telin birim uzunluğundaki gerilim değerinin yükselmesine neden olur. Bu yolla, daha yüksek gerilimleri dengeleme olanağı elde edilir. Ama, bilinmeyen gerilim standart pil geriliminden çok farklıysa, bazı hatalar kaçınılmaz olur.



karbon dirençli potansiyometre

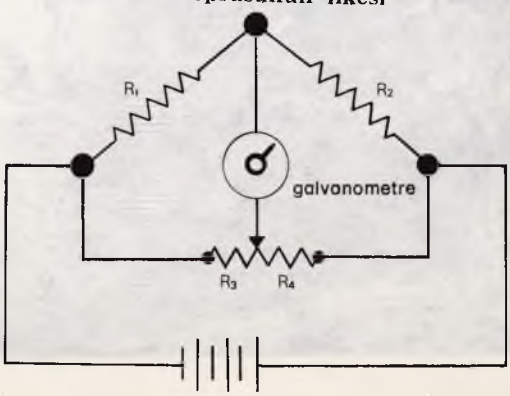


reosta ya da tel sarımlı potansiyometre

Karbon dirençli potansiyometre. (solda ve üstte solda) A ve C uçları karbon dirence, B ucuysa iç metal halkaya bağlıdır.

Potansiyometre ilkesine göre çalışan bir reosta. (üstte sağda) Burada B sürgüsü, döner eksen ile yer değiştirmiştir.

wheatstone köprüsünün ilkesi



Wheatstone köprüsünün çizimi. (sağda) R_2, R_3 ve R_4 bilinen standart dirençleri kullanılarak, bilinmeyen R_1 direnci bulunur.

Yüksek gerilimlerin ölçülmesinde bir *gerilim bölücü* kullanılır. Sözgelimi, ölçülmek istenen gerilim kaynağı, 1 500 volt düzeyindeyse, 1/1 000'lik bir gerilim indirgemesi gereklidir; yani ölçülebilecek gerilim, 1,5 V dolayında olacaktır. Gerilim bölücü, seri bağlanmış dirençlerden oluşur. 1/1 000'lik bir indirgeme için, bütün gerilim 100 000 ohm'luk bir dirence uygulanır. Bunun bir ucundan 100 ohm'luk bir direnç alınıp, uçlar arasındaki gerilim farkı okunursa, tam gerilimin 1/1 000'i elde edilir. Bu değer daha sonra, potansiyometreyle ölçülür; bulunan değer, 1,519 voltsa, tam gerilimin 1 519 V olduğu anlaşılır.

Standart pil: Potansiyometre ölçmelerinde önemli olan *mutlak* standart değer, standart pillerin değeridir. Bundan, bütün akım ve gerilimler belirlenebilir.

Standart pillerin geriliminin yıllarca değişmemesi gerekir. Ayrıca, sıcaklık değişikliklerinden etkilenmeyip, dar bir tolerans içinde ticari biçimde üretilebilmelidirler. Cıvalı artı elektrot ve kadmiyum amalgamlı eksi elektrot içeren standart *Weston pilleri*, bu özellikleri taşır. Weston pilinin oda sıcaklığında (20°C) gerilimi, 1,01858 volttur ve her 1°C'lık sıcaklık değişikliği için, sıcaklık katsayısı 50 mikrovoltu geçmez. Arı malzemeden yapılmış bu tür iki pil arasındaki gerilim farkı, birkaç mikrovolt düzeyindedir. Ömrüyse 20 yıla varabilir.

Reosta: Reosta, laboratuvarlarda sık sık raslanan çeşitli ölçümler için değişken direnç, gerilim ve akım sağlayan bir aygıttır. Yalıtkan bir çubuk üstüne çok dar aralıklarla sarılmış bir tel bobinden oluşur. Bobin, bir tahta taban üstüne yatay olarak tutturulur. Telin uçlarından iki bağlantı ucu çıkarılır. Bobinin üstünde bir sürgü düzeneği vardır. Sürgü, bir fırça yardımıyla bobin teline değer. Üçüncü uç, iyi bir iletkenden yapılmış olan sürgü öğesine bağlanır. Sürgü kaydırılarak, üçüncü uç ile öteki iki uçtan herhangi biri arasındaki direnç değeri değiştirilebilir.

Reostalar, açık yapılı olduklarından, yüksek gerilim uygulamalarına da uygundurlar. Açığa çıkan ısı, kolayca dağılır. Büyük elektrikli araçların denetimi için, endüstri tipinde reostalar da üretilmektedir.

Küçük potansiyometreler: Küçük potansiyometreler, genellikle aygıt tablolarına ve elektronik aygıt devrelerine takılırlar. Gerçekte, düşük güç uygulamalarında gerekli akım ve gerilim (sözgelimi bir YÜKSELTİCİ'nin ses, ton, balans denetimi gibi) değişiklikleri için kullanılırlar.

Bu tür potansiyometrelerde, dairesel bir yalıtkan üstüne sarılmış tellere değen, döner bir fırça vardır. Genellikle fırça, uçlar arasında 270° ya da 300° dönebilir. Aygıtın üç ucu vardır, ikisi direnç telinin birer ucundan, üçüncüyse mile bağlı fırçadan çıkar. Bu potansiyometrelerde direnç, bir yalıtkana sarılmış telden oluşabileceği gibi, üstü karbon kaplı bir yalıtkandan da elde edilebilir.

Potansiyometreler, uçtan uca gösterdikleri direnç düzeyiyle tanımlanırlar ve genellikle 10Ω, 1 kΩ, 5 kΩ, 10 kΩ, vb. değerlerde olurlar. İkinci bir sınıflandırma da bunların verdiği yanıta göre yapılır ve direnç değişikliği, doğrusal, logaritmik ya da sinüs, kosinüs fonksiyonları biçiminde olabilir.

POZOMETRE

Fotoğraf çekiminde, FOTOĞRAF MAKİNASI'nın objektifinden geçip film üstüne düşen ışığın yeterli şiddette olması büyük önem taşır. Işık çok azsa, resim karanlık olur *(düşük ışıklanma)*; ışık aşırı derecede fazlaysa, bu kez de resme beyaz bir ton yayılarak, soluk bir görünüm ortaya çıkarır *(aşırı ışıklanma)*.

Işık durumunu iyi ayarlamak için, pozometre kullanılır. Bu aygıt, ışık şiddetini ölçüp, bu şiddeti ya göstergede belirtir ya da ışık şiddetine göre otomatik olarak makinanın poz süresini ayarlar.

Fotoğrafçılığın ilk yıllarında, doğru poz süresi, «deneme-yanılma» yoluyla bulunuyordu. Sürenin ayarlanması, bütünüyle fotoğrafçının becerisine bağlıydı. Ayrıca, ortalama ışık koşullarına göre verilmesi gereken poz süreleri, bu amaçla hazırlanan listelerde belirtilirdi.

*Aktinometre*nin bulunmasıyla, daha duyarlı bir ölçme sistemi ortaya çıkarıldı. İçine ışığa duyarlı bir kağıt yerleştirilen aktinometre, resmi çekilecek cismin önüne konuluyordu. Kağıda düşen ışığın neden olduğu kararma, önceden hazırlanmış bir kartla karşılaştırılarak, o cisme, aynı ışık koşulları altında ne kadar poz vermek gerektiği hesaplanıyordu.

Oldukça uzun zaman alan yöntem, *sönüklükölçer*in bulunmasıyla bırakıldı. Sönüklükölçer, iki ucunda birer delik bulunan, iç yüzü siyah boyalı bir borudan oluşuyordu. Borunun ortasına, üstü dereceli olarak siyahlandırılmış saydam bir plaka yerleştirilir, plakada siyah sayılar bulunurdu. Bu boruyla resmi çekilecek cisme bakıldığında, ışıklanma düzeyine bağlı olarak cisme en yakın siyah tonu gösteren sayı kaydedilir, bu sayı, kameranın poz süresini verirdi.

Fotoelektrik pozometreler ilk kez 1932'de, A.B.D'nde kullanılmaya başlanmıştır. Bu aygıtlar, ötekilere oranla çok gelişmiş ve duyarlıdır. Fotoelektrik pozometre, ışığa duyarlı bir yüzeye (bir FOTOSEL'e) düşen ışık miktarını, elektrik birimleri cinsinden ölçer. Fotoğraf makinasına bağlı olmayan bu tür pozometrelerde, fotosel, bir ibreyi hareket ettirerek, ışık düzeyine uygun *poz değeri*ni (yani, uygun diyafram ve obtüratör açıklıklarını) gösterir. Fotoğraf makinası bu değerlere göre ayarlanır. Pozometrenin makinanın içine takılı olduğu durumlarda, ibre, gözleme penceresi içinden izlenecek biçimde yerleştirilir. Yarı-otomatik makinalarda fotosel, elektrik ya da mekanik yollardan, ya diyaframa ya da obtüratör hızına bağlanır. Fotoğrafçının bunlardan yalnızca birini ayarlaması yeterlidir. Tam otomatik makinalardaysa, pozometre, hem diyaframı, hem de obtüratör hızını ayarlar.

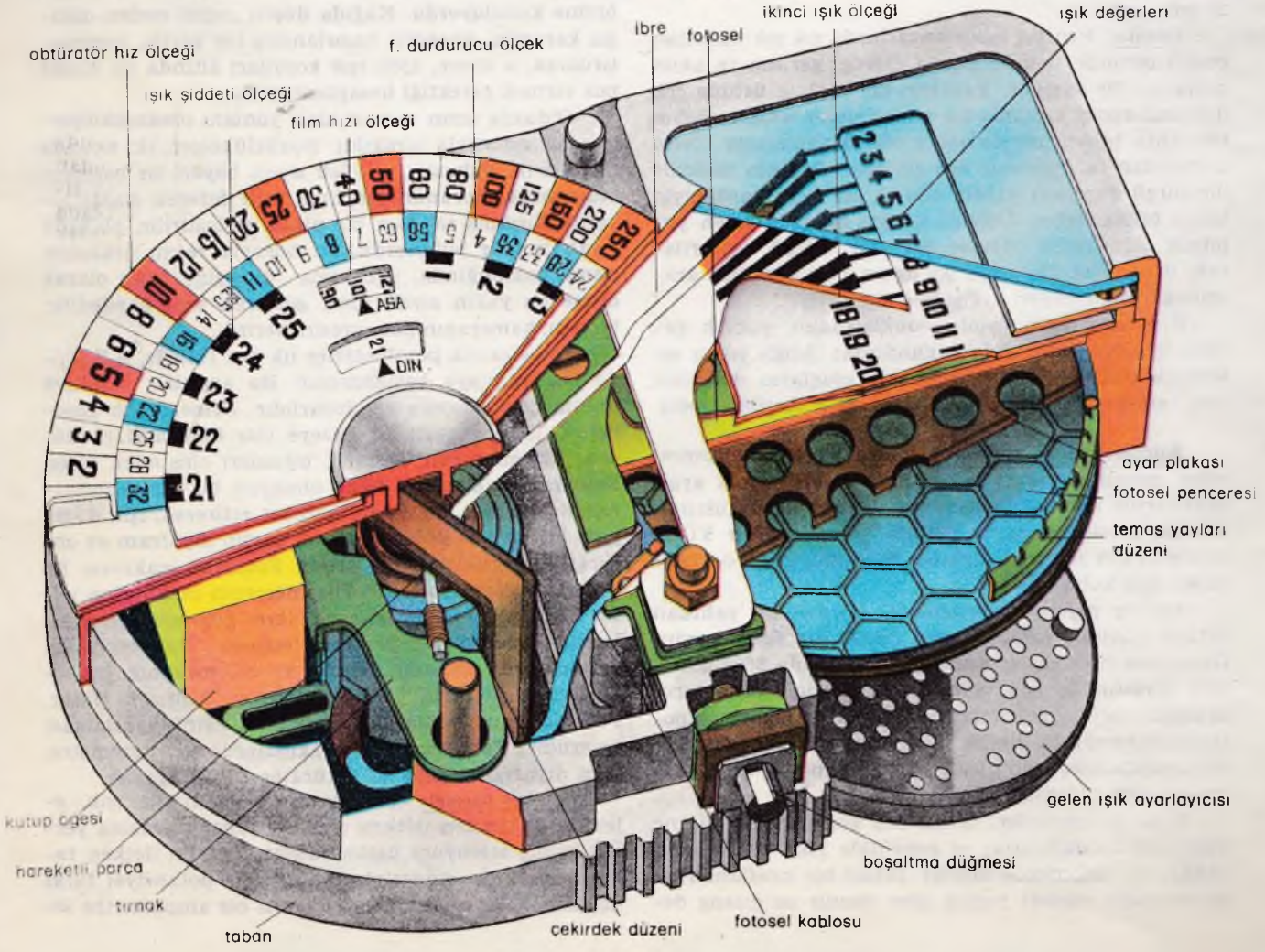
Fotosel türleri: *Selenyumlu fotosel*lerde ışık, elektrik bakımdan iletken olan iki tabaka arasına yerleştirilmiş selenyum üstüne düşer. Işık, iki iletken tabaka arasında, şiddetiyle orantılı bir potansiyel farkı doğurur. Oluşan akım, çok duyarlı bir ampermetre ib-

resinden okunur. *Kadmiyum sülfürlü fotosel*ler, ışığa karşı selenyumlu fotosellerden daha duyarlıdırlar. Bu nedenle, ışık şiddetinin düşük olduğu ortamlarda da kullanılabilirler. Kadmiyum sülfürlü fotosel, elektrik üretmez, yalnızca ışık şiddetine bağlı olarak DİRENÇ'i değişir. Devreye gereken akımı sağlamak için, uzun ömürlü bir pil kullanılır.

Pozometrenin kullanılışı: Pozometre dikkatli kullanılmazsa, yanlış sonuçlar verebilir. En çok kullanılan yöntem, ortalama parlaklık düzeyini belirlemektir. Cismin karanlık ve aydınlık bölümlerindeki orta-

Stüdyolarda nesnelerden yansıyan ışık şiddetinin ölçümünde kullanılan bir pozometre. (sağda) Gelen ışığı denetlemek için, pozometre üstüne bir inverkon yerleştirilir ve resmi çekilecek cismin yanına götürülerek, ışık kaynağına doğru yönlendirilir.

Weston Master V pozometresi. (altta) Bu pozometre selenyum fotosellidir. Dıştaki ayar plakası çevrilerek, kabul açısı 80°-55° arasında değiştirilebilir. Tuşlar, ölçek ve ibreyi kilitlemek için kullanılır.



lama parlaklık düzeyi, poz süresi için temel alınır. Pozometre önce, kullanılan filmin duyarlılığına göre ayarlanır. Sonra, resmi çekilecek cisme yöneltilerek, yansıyan ortalama ışık değeri okunur.

Başka bir yöntemde de, fotosel üstüne yerleştirilen bir *inverkon* yardımıyla, cisme düşen ışık şiddeti doğrudan okunabilir. Bu yöntemle, resimdeki bir bölgenin, cisimden daha karanlık ya da parlak çıkması önlenir.

Poz değeri, obtüratör hızı ile diyafram açıklığının birleşiminden oluşur. Değerlerin seçimi, cismin uzaklığına ve hareketliliğine bağlıdır. Sözgelimi, fotoğraf makinaları üstünde diyafram açıklığı *f3,5-f22* arasında, obtüratör hızı da 1 saniye-1/1 000 saniye arasında belirtilebilir. Pozometre, bu iki tür değeri birleştirerek gösterir (*f8* için 1/500 saniye, *f11* için 1/250 saniye; bunlar aynı etkideki değerlerdir).

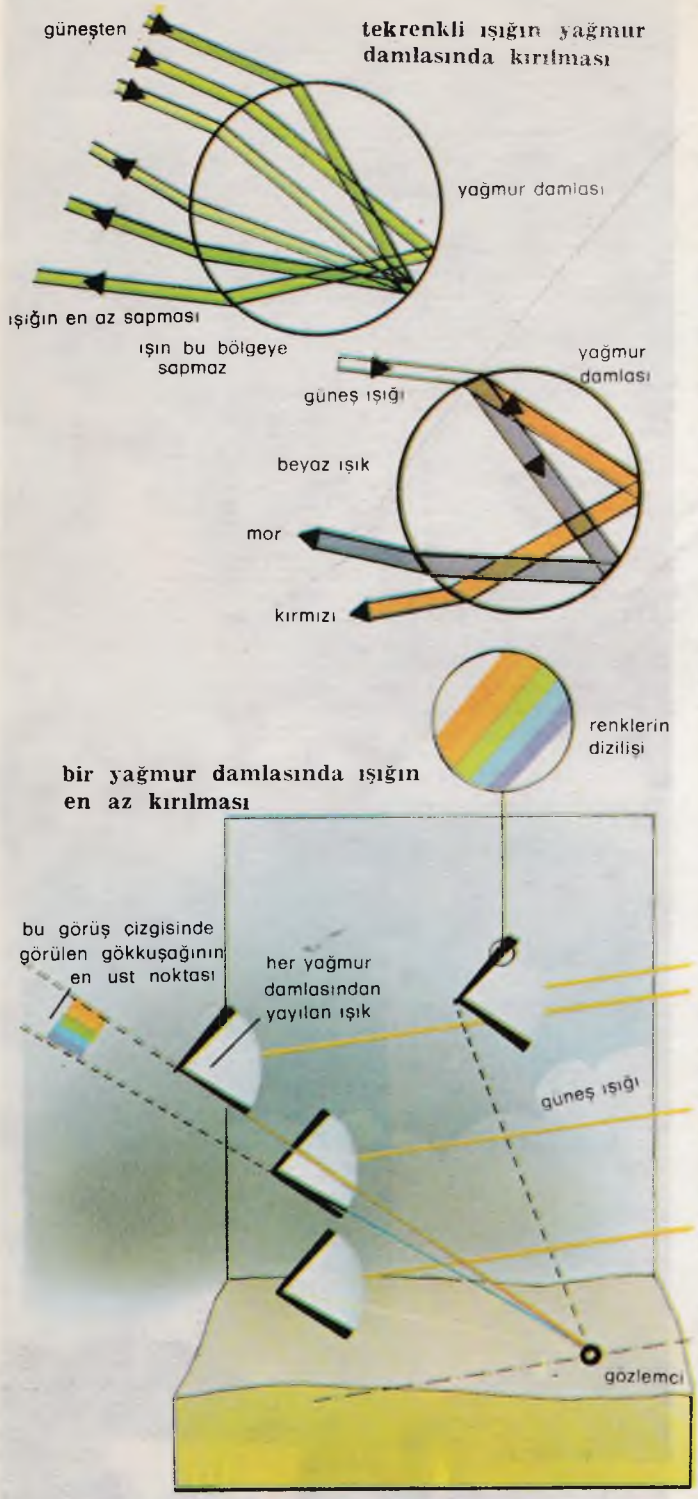
Pozometreler, görüş alanlarındaki cismin belirli bir bölümü için ölçme yaparlar. Buna «*kabul açısı*» denir ve değişik modellerde, değişik değerdedir. Daha gelişmiş pozometreler, hem genel alanı, hem de istenilen noktanın ışık şiddetini ölçebilirler.

PRİZMA

Saydam billurların ve kesilmiş camların beyaz ışığı renklere ayırması, eski çağlardan bu yana insanları büyülemiş, bu olayın ilk bilimsel açıklaması, 1666'da Sir İsaac NEWTON'un OPTİK'le ilgilenmeye başlamasından sonra yapılmıştır. Newton, deneylerinde, üçgen biçimli camlar, yani prizmalar kullanmıştır. Bir pancur deliğinden gelen ışın, bir prizmayla saptırılıp renk tayfına ayrıştırılabilir. Böylece, kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, lacivert ve mor renkler ortaya çıkar (lacivert tanımı, pek kesin değildir; bu renk, mavi ile mor arasında yeralır). Birinci prizmanın hemen yanına ters çevrilmiş ikinci bir prizma yerleştirildiğinde, renklerin yeniden beyaz ışık verecek biçimde bir araya geldiği görülür. Bu deney, renklerin prizma tarafından üretilmediğini ya da prizmanın yalnızca güneş ışığını bileşenlerine ayırdığını gösterir.

Newton'un deneyleri, ışığın farklı renklerinin, prizma tarafından farklı ölçüde kırıldığını göstermiştir. Mor en çok, kırmızıysa en az kırılmaya uğrar. Hollandalı matematikçi Willebrord Snell (1591-1626), bir yüzeydeki kırılma miktarının, katı cismin «*kırılma indisi*» denen bir özelliğine bağlı olduğunu göstermişti. Prizmayla yapılan deneyler, camın kırılma indisinin günümüzde «dalgaboyu ölçüsü» denen *renk*lere bağlı olarak değiştiğini kanıtlamıştır. İki yüzü paralel bir cam kütle yüzeyine eğik olarak gelen bir ışın demetinde, birinci yüzeyden geçen ışınlar, dalgaboyuna göre farklı açılarla kırılırlar. İkinci yüzeyi geçerken de ters yönde, gene aynı açıyla kırılmaya uğrayarak, beyaz ışık oluştururlar. Camın iki yüzü birbirine paralel değilse, ışık iki yüzeyde aynı ölçüde kırılmayaca-

Batmakta olan güneşin karşı yönünde görülen bir gökkuşağı. (sağda)



Bir gökkuşağının oluşumu. (üstte) Bir yağmur damlasında ışık, en küçük açıyla geriye yansır (resmin en üstünde). Bu açı, her renkteki ışık için değişiktir (üstten ikinci çizim). En alttaki çizimde, her biri ışığı renkli saçaklarla belli bir bölgeye geri yansıtan yağmur damlaları görülmektedir. En yüksekteki yağmur damlasından gözlemci hiç bir şey görmez. Bir alttakinden kırmızı ışık, daha aşağıdakilerden mavi ve beyaz ışık görülmektedir. Her gözlemci, renkleri, kendi gölgesiyle 42° açı yapan bir doğrultuda görebilir.

ğından, bir tayf oluşur. Optikte, bu yapıdaki cam kütleleri «prizma» diye adlandırılır. En yaygın prizma, eşkenar üçgen kesitlidir.

Newton düzeneğinde dalgaboyları büyük ölçüde birbirlerinin üstüne bindiğinden, ışık tayfının incelenmesi çok iyi sonuçlar vermez. Çağdaş tayfölçerlerde bir yarık, ışınların prizmaya paralel gelmesini sağlayan bir kolimatör mercek ve tayfı gözlemek için mercek sistemi bulunur. Cam, morötesi ve kızılaltı ışınları geçirmez. Bunların incelenmesi için, kuvars gibi değişik maddeler kullanılır. Çok kısa dalgaboylu morötesi ışık için *kalsiyum florür*den, uzun kızılaltı ışınlar için de *sodyum klorür*den (kaya tuzu) yapılmış prizmalar uygundur.

Uzun bir prizmada oluşan kırılma, tayf oluşturma amacıyla kullanıldığında, tayfın yayılması *doğrusal* değildir. Kırmızı uçtaki dalgaboyları, mor uçtakilere göre birbirlerine daha yakındır. Birçok tayfölçerde, yayıcı öğe olarak, doğrusal olması nedeniyle KIRINMA ağları kullanılır. *Yansıtma* ağlarındaysa, maddenin geçirgenliği önemli değildir.

Gökkuşağı: Tayfın en çarpıcı örneği, kuşkusuz gökkuşağıdır. Gökkuşağı oluşumunu açıklamak için, küresel bir yağmur damlasının yüzeyine gelip kırılarak giren ve karşı yüzden yansıyıp, gene kırılarak dışarı çıkan, tekrenkli (tek dalgaboylu) bir ışını ele alalım. Yağmur damlasının merkezine ve kenarına yakın yerlerde ışık, yaklaşık 180° kadar sapar. Eğrisel yüzeylerde kırılma ve yansımalar olduğundan, başlan-

Prizma, ışığı renklere ayrıştırır, ama prizmada sapma, gökkuşağından azdır. (altta) Resmin üstünde, yansıyan ışın görülmektedir.

gıçta paralel gelen ışınlar, yağmur damlasından, ıraksayan demetler halinde çıkarlar. Aradaki ışınlar daha az saparlar (en az sapma 138°'dir);bu ışınların paralellikleri bozulmaz. Güneş ışığı alan yağmur damlalarına bakıldığında, yalnızca göz doğrultusunda en küçük kırılmaya uğrayan damlalardan gelen ışınlar görülür. Üstteki damlalar, bunlardan yeterince küçük açıyla geçen ışın olmadığından görülmez. Görüş çizgisinin altındakiler de, çıkan ışınlar ıraksayarak yolalıp uzaklaştıkça zayıfladıklarından, gene görülmezler.

Sonuçta, gözlemci ile güneş arasında 42°'lik bir yay üstünde renkli bir ışık çemberi görülür. Renklerin kırılma açıları farklı olduğundan, her rengin oluşturduğu çemberin yarıçapı ötekilerden biraz farklıdır. Böylece, kırmızının en dışta yeraldığı gökkuşağı oluşur. Yağmur damlalarının içinde iki kez yansıyan ışınlar, ikinci bir gökkuşağı daha oluştururlar. Birincisinden 10° daha altta olan ikinci gökkuşağının renk sırası terstir.

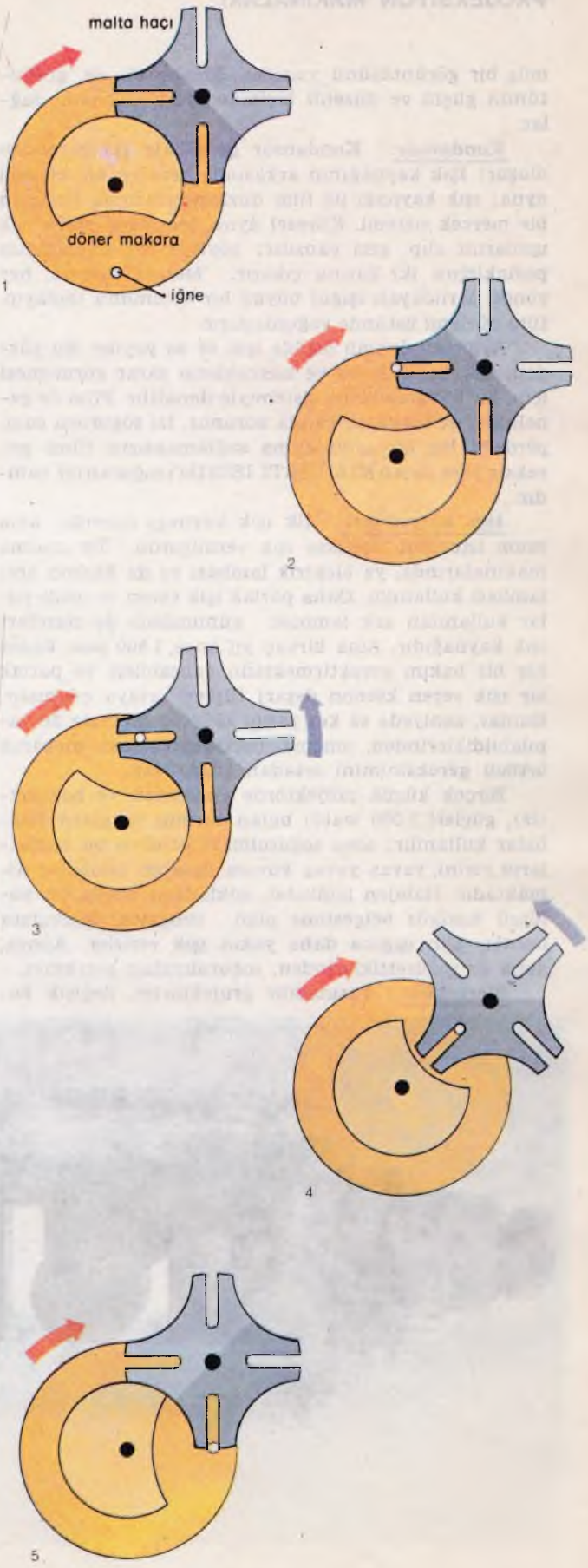
Yansıtıcı prizmalar: İkizkenar dik üçgen kesitli prizmalar, değişik biçimde kullanılır. Bunlar ışınları, herhangi bir yaymaya uğratmadan, 90° ya da 180° yansıtırlar. Küçük yüzlerin birinden dik olarak geçen ışınlar, kırılmaya ve yayılmaya uğramadan, prizma içinde hipotenüse (uzun kenara) 45°'lik açıyla gelirler. Cam için *kritik açı* (Bk. OPTİK) 42° olduğundan, ışınlar *tam yansımaya* uğrarlar ve öteki yüzden 90° saptırılmış olarak çıkarlar. Bu tür prizmalar, PERİSKOP gibi aygıtlarda kullanılırlar.

Prizmalı DÜRBÜN'lere takılan prizmaların da, oldukça farklı bir işlevi vardır. Hipotenüs yüzeyinden giren ışık, iki küçük yüzde de tam yansımaya uğrayarak, gene hipotenüs tarafından dışarı çıkar. Demet 180° geri yansır ve bu sırada görüntü ters döner. Kırılmalı teleskoplarda ters dönmüş olan görüntü, bir yatay ve bir dikey prizma kullanılarak düzeltilir. Bu düzeltme dürbünlerde de gereklidir.

PROJEKSİYON MAKİNALARI

Günümüzde kullanılan bütün projeksiyon makinaları, XIX. yy'da din adamı ve fizikçi Athanasius Kircher'in geliştirdiği *sihirli fener*den türetilmiştir. XIX. yüzyılın en büyük eğlencelerinden biri olan sihirli fenerde, bir cam üstüne boyanmış şekil ya da manzara resimlerinden oluşan görüntüler, bir duvara ya da bir perdeye yansıtılırdı. Işık kaynağı titrek bir mum ışığıydı; ama bu renkli şekiller, gene de büyük ilgi çekiyordu.

Temel düzenek: Eski sihirli fenerlerden yeni sinema makinalarına kadar, bütün projeksiyon makinaları, şu temel parçalardan oluşur: Işık kaynağı; kondansör; filmin yerleştirildiği düzlem; gösterici merceği. Gösterilecek nesne, film düzlemine yerleştirilir. Işık onun içinden geçerek gösterici merceğine ulaşır. Gösterici merceği perdeye, nesnenin büyütül-



Malta haçı mekanizmasının çalışması. (sağda)

müş bir görüntüsünü yansıtır. Kondansör de, görüntünün güçlü ve düzenli biçimde aydınlanmasını sağlar.

Kondansör: Kondansör genellikle iki parçadan oluşur: Işık kaynağının arkasında yeralan bir küresel ayna; ışık kaynağı ile film düzlemi arasında bulunan bir mercek sistemi. Küresel ayna, ters yöne giden ışık ışınlarını alıp, geri yansıtır; böylece ışık kaynağının parlaklığını iki katına çıkarır. Mercek sistemi, her yönde parıldayan ışığın büyük bir bölümünü toplayıp, film düzlemi üstünde yoğunlaştırır.

Aygıttan önemli ölçüde ışık ve ısı yayılır. Bu yüzden, ışık kaynağının ve merceklerin zarar görmemesi için, bir havalandırma sistemiyle donatılır. Film de genellikle, ısı soğurucu camla korunur. Isı soğurucu cam, perdede hiç bir aydınlanma sağlamaksızın filmi gereksiz yere ısıtan KIZILALTI IŞINIM'ı soğuran bir camdır.

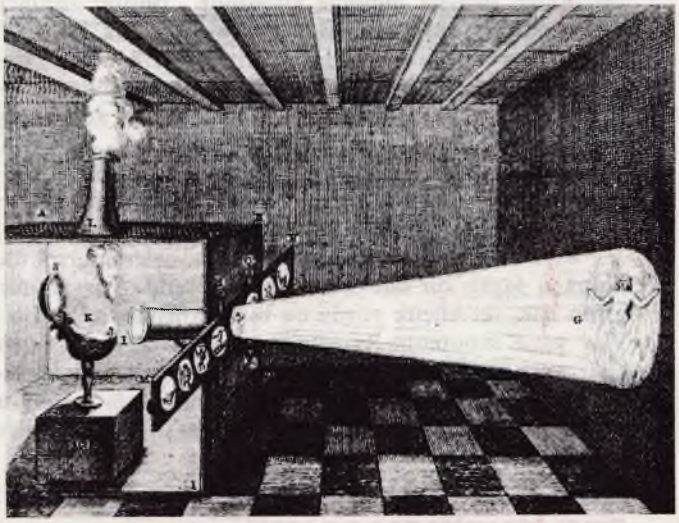
Işık kaynakları: İlk ışık kaynağı mumdu; ama mum istenilen nitelikte ışık vermiyordu. İlk sinema makinalarında, ya elektrik lambası ya da karbon arkı lambası kullanıldı. Daha parlak ışık veren ve uzun yıllar kullanılan ark lambası, günümüzde de standart ışık kaynağıdır. Ama birkaç yıl önce, 1 500 saat kadar hiç bir bakım gerektirmeksizin çalışabilen ve parlak bir ışık veren ksenon deşarj tüpleri ortaya çıkmıştır. Bunlar, saniyede 48 kez yanıp sönecek biçimde de yapılabildiklerinden, sinema makinalarındaki mekanik örtücü gereksinimini ortadan kaldırırlar.

Birçok küçük projektörde (hareketli ve hareketsiz), güçleri 1 000 watt'ı bulan sarımlı tungsten lambalar kullanılır; ama soğutulması gereken bu lambaların yerini, yavaş yavaş kuvars halojen lambalar almaktadır. Halojen lambalar, ışıklarının büyük bir bölümü kızılaltı bölgesinde olan tungsten lambalara oranla, gün ışığına daha yakın ışık verirler. Ayrıca, daha az ısı ürettiklerinden, soğutulmaları gerekmez.

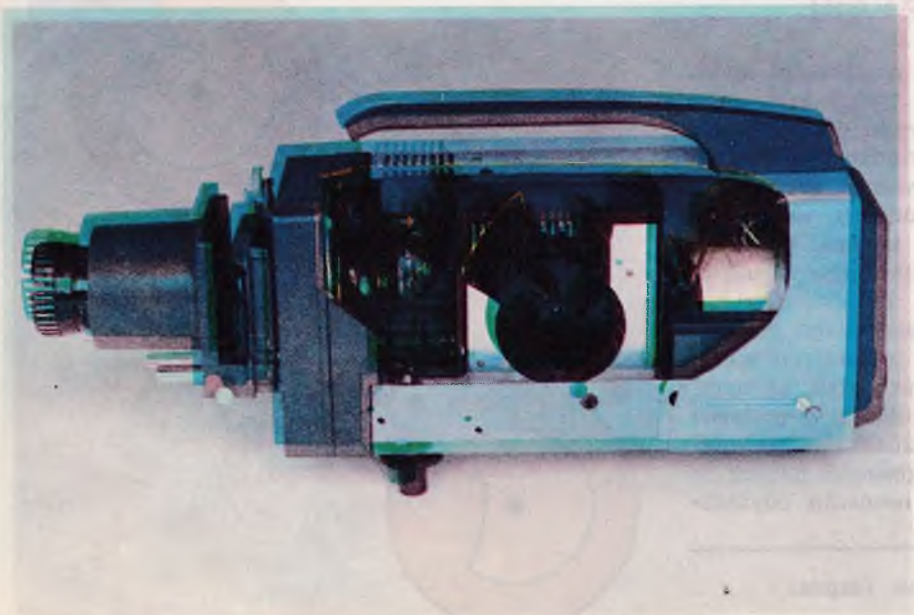
Mercekler: Taşınabilir projektörler, değişik boyutlardaki odalarda, çeşitli projeksiyon uzaklıklarında kullanılabilmeleri için, değiştirilebilen merceklerle donatılır. Sözgelimi, kısa odak uzaklıklı mercekler, küçük odalarda büyük görüntü verirler. Oysa uzak mesafelerde, aynı büyüklükte görüntü elde edebilmek için, daha uzun odak uzaklıklı mercekler kullanılır.

Projeksiyon merceğinden geçen enerji, oldukça yüksektir. Dolayısıyle parçaların ısıya dayanıklı malzemeden yapılması gerekir.

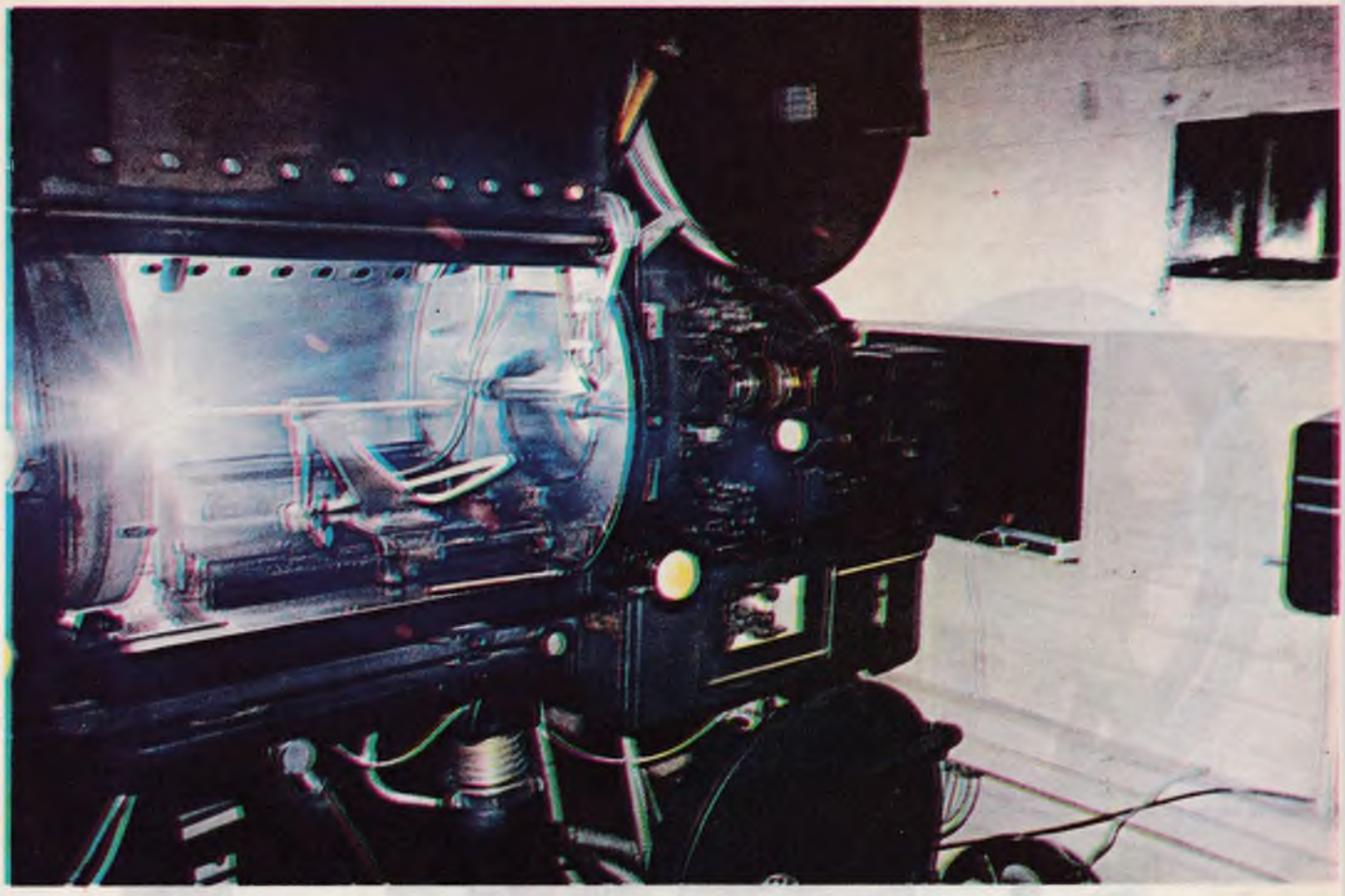
Slayt değiştirme sistemi: Slayt projektörünün yaygınlaşması, otomatik gösterme yöntemli yeni modellerin geliştirilmesine yolaçmıştır. İleri-geri hareket edebilen kızaklı projeksiyon makinalarının yerini, karmaşık aygıtlar almaktadır. Slaytlar, 36-50 kaset alabilen ve slaytları tek tek merceğin önüne kaydıran kızağa, önceden yerleştirilir. Her slayt, ucunda düğmeleri olan uzun bir kabloyla uzaktan denetlenebilen bir motor yardımıyla ya da solenoit yardımıyla çalışan bir düzenekle projektöre sokulur. Aygıtta, odak



Athanasius Kircher'in 1646'da yayınladığı kitabından alınmış ilk sihirli fener resmi. (üstte)

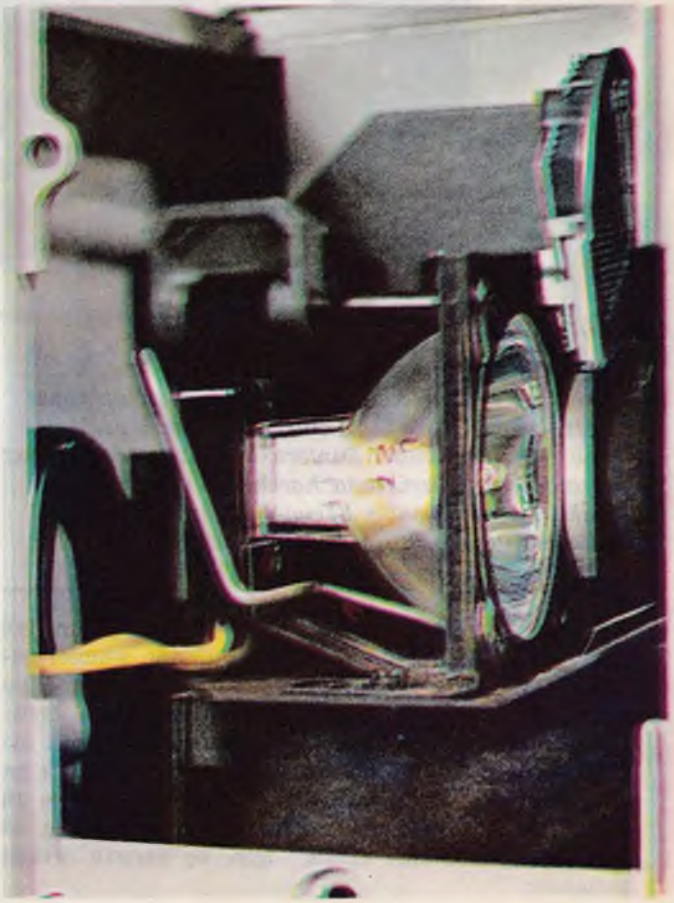


Bir slayt projektörü. (solda) Slaytlar uzun süre gösterilebildiğinden, aygıta, ısınmaması için kuvvetli bir vantilatör takılmıştır. Hem lamba, hem de vantilatör, 22 1/2 voltta çalışır. Arkada bulunan transformatörle, giriş gerilimi 22 volta düşürülür. Lamba ile mercekler arasına uygun eklemeler yapılarak, hem slayt, hem de film gösterilebilir.



Karbon arklı 35 mm'lik sinema makinası. (üstte)

16 mm'lik film makinasının, tungsten halojen lambalı ve içbükey yansıtıcılı ışık kaynağı. (sağda) Film yavaşladığında, otomatik ısı filtresi filmi korur.

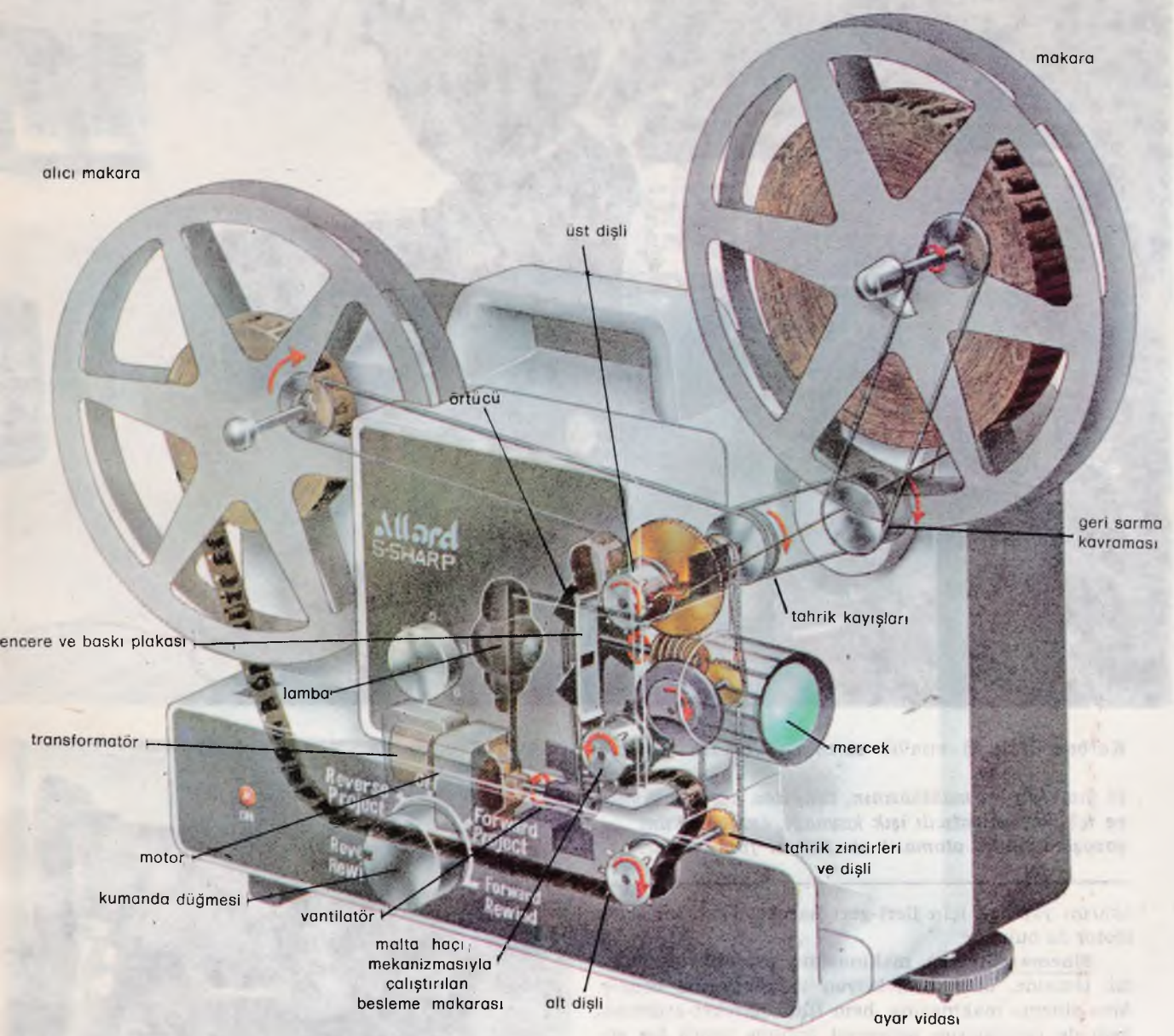


ayarını yapmak için ileri-geri hareket eden bir servo motor da bulunur.

Sinema: Sinema makinasının projeksiyon sistemi, temelde, öteki projeksiyon makinalarına benzer. Ama sinema makinasına, hem filmi hareket ettirecek, hem de projeksiyon penceresi önünde belirli bir süre hareketsiz tutacak karmaşık bir düzenek eklenmiştir. Bu, normal olarak, «*aralı hareket mekanizması*» adı verilen bir düzenekle gerçekleştirilir.

En yalın aralı hareket mekanizması, bazı fotoğraf makinalarında da kullanılan tırnaktır. Tırnağın iğneleri, filmin kenarındaki deliklere girer. Bir mil mekanizması, tırnağı aşağı çekerek filmden ayırır ve ikinci hareket için yeniden yukarı iter. Böylece film, duraklayarak pencere önünden geçer.

8 mm'lik makinaların çoğunda ve bazı 16 mm'lik makinalarda kullanılan tırnağın yerini, 35 ve 70 mm'lik makinalarda, «*malta haçı*» adı verilen daha dayanıklı bir mekanizma alır. Söz konusu sisteme bu ad, yıldız biçimli bir haça benzediği için verilmiştir. Haç kollarının ucunda birer yarık bulunur. Bir yanında iğneler olan bir tekerlek döner ve her turda iğne, malta haçının yarıklarından birine girerek haçı 90° döndürür. Malta haçı da, filmi uygun hızda döndüren bir makaraya bağlıdır.



Genellikle evlerde kullanılan bir sinema makinası. (üstte) Film, üst ve alt dişliler tarafından değişmez hızda geçirilmektedir. Bunlara bir motordan, dişliler ve zincir mekanizmasıyla hareket verilmektedir. Kesikli hareket, malta haçıyla sağlanmaktadır. Reflektör ile kondansör merceği birleştirilmiştir.

Film pencerenin önünden geçerken görüntüyü kesmek için, makinada bir örtücü bulunur. Filmler genellikle saniyede 24 kare hızla gösterilirler. Ama bu hızda, görüntüde hafif bir titreme olduğundan, örtücü, saniyede 24 kez değil, 48 kez kesinti yapacak biçimde çalışır. Örtücü olarak ya iki yarıklı bir disk ya da uygun aralıklı bir tambur kullanılır. Saniyede 16 ya da 18 kare hızla çalışan küçük göstericilerde, 48 karelik görüntü elde etmek için, üç kanatlı örtücü kullanılır.

Ses kuşağı: Ses kuşağı, görüntü bölgesinin dışında yeralan magnetik ya da optik bir şerittir. TEYP' lerde olduğu gibi, ya bir magnetik kafayla ya da kararma ve aydınlanmalara duyarlı bir optik düzenekle yeniden sese çevrilir. Filmin ses kuşağının pürüzsüz olması çok önemlidir. Herhangi bir çıkıntı ya da dalga, sesi bozar. Bu yüzden, hem ses kafası pencereden oldukça uzağa yerleştirilir, hem de ses ile görüntü arasında uygun bir mesafe bırakılır.

PROTEİNLER

Proteinler, tek hücreli bakterilerden, mikroskopla bile seçilemeyen virüslere ve insan gibi karmaşık yaratıklara kadar, bütün canlı organizmaların en önemli yapı taşlarındandır. Binlerce çeşit protein bilinmektedir. Gelişmiş bir hayvan ya da bitki, yaşamı boyunca 10 000 farklı protein yapabilir. Proteinler, biyokim-

yasal açıdan, AMİNOASİTLER'in bir zincir biçiminde *polimerleşme*leriyle (Bk. POLİMER VE POLİMERLEŞME) oluşan büyük MOLEKÜL'lerdir. Her proteinin özel bir yapısı ve kendine özgü bir işlevi vardır. Proteinler, canlı hücrelerin büyüyüp gelişmesini ve gerekli görevleri yerine getirmesini sağlarlar.

Yapıları: Proteinler, birbirlerine «*peptit bağı*» adı verilen bağlarla tutunan, bir ya da daha çok aminoasit zincirinden oluşurlar. Her proteinin, zincirde yeralan aminoasitlerin türüyle ve diziliş biçimleriyle belirlenen, kendine özgü bir biçimi vardır. Önemli aminoasitlerin sayısı 20 kadardır. Bütün proteinler, bu aminoasitlerin çeşitli biçimlerde bir araya gelmesinden oluşurlar. Peptit bağı, bir aminoasidin *amino grubu* (*—NH_2*) ile ikinci bir aminoasidin karboksil asit grubu (*—COOH*) arasındaki tepkime sonucu oluşur:

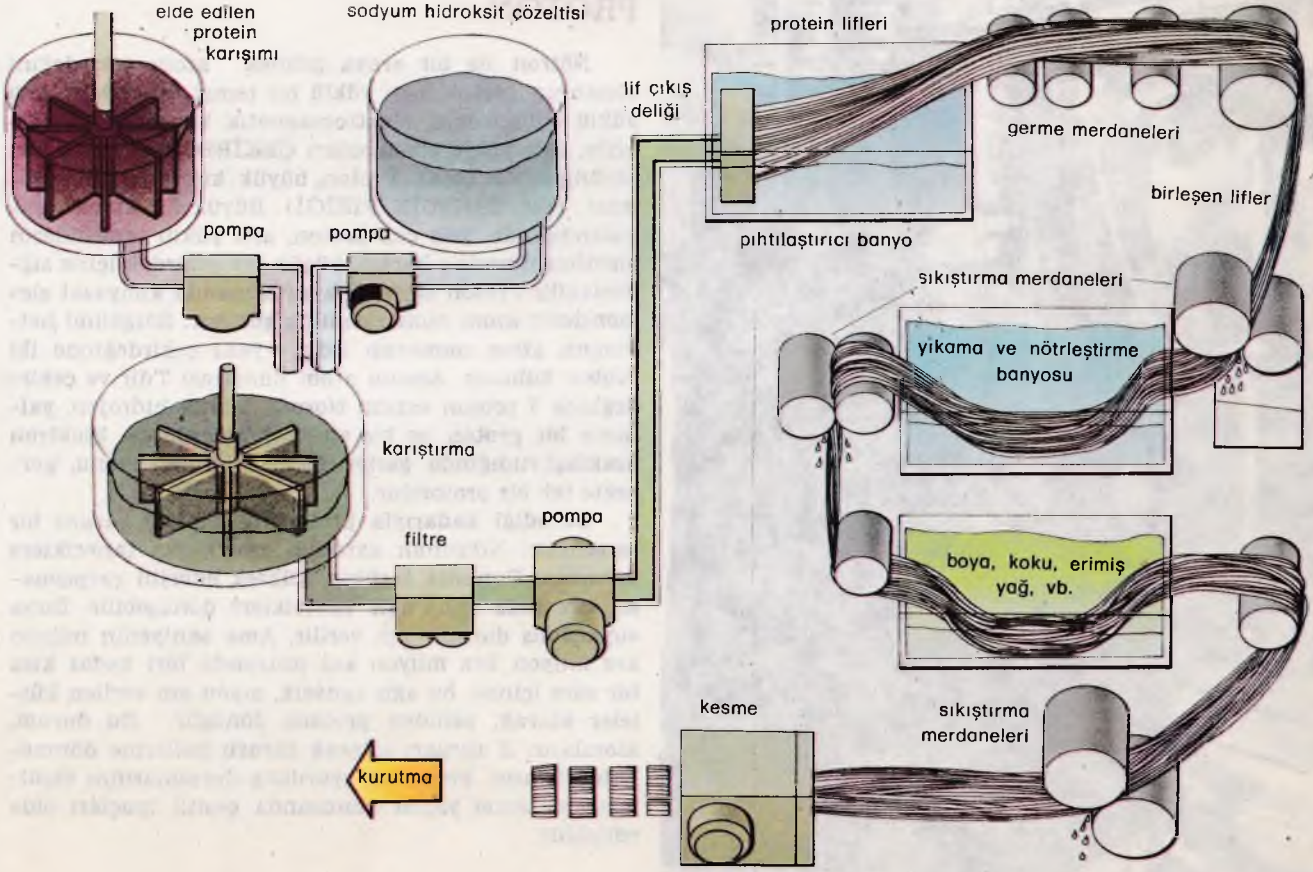
—COOH	+ *—NH_2*	→ *—CO—NH—*	+ *H_2O*
karboksil asit grubu	amino grubu	peptit bağı	su

Birbirine peptit bağıyla bağlı aminoasit dizilerine bazen «*polipeptit*» adı verilir. Proteinlerdeki aminoasitler arasında, peptit bağı dışında görülen tek kovalent bağ türü, *disülfür köprüleri*dir (*—S—S—*). Bunlar, kükürt içeren «*sistein*» adlı aminoasidin (*$HSCH_2CH[NH_2]COOH$*) iki ayrı molekülü arasında oluşarak, protein zincirinin farklı bölümlerini birleştirirler. Bir proteinin üç boyutlu yapısını, dolayısıyla da kendine özgü işlevini, aminoasitlerin zincir üstündeki yerleri ya da dizilişleri belirler. Kuramsal olarak, bir protein zincirinin birçok biçimde katlanması olanaklıdır. Ama *X* ışınlarıyla yapılan incelemeler, her proteinin kendine özgü bir biçimi ya da yapıyı koruduğunu göstermiştir. Bazı diziler «*α—sarmalı*» diye adlandırılan sarmal biçimi alırlarken, bazı diziler de polipeptit zinciri üstünde keskin köşeler oluştururlar. Proteinin yapısının büyük bölümü, söz konusu proteinin türüne özgüdür ve bu karmaşık yapıların oluşmasındaki ayrıntılar, henüz kesinlikle bilinmemektedir. Bununla birlikte, bazı aminoasitlerin (*hidrofobik* ya da *susevmez* aminoasitler) protein molekülünün ortalarında yeralma eğiliminde olmalarına karşılık, bazılarının (*hidrofilik* ya da *susever* aminoasitler) molekülün dışına yakın bulunmaya eğilim gösterdikleri bilinmektedir. Bilinen bütün protein yapılarında polipeptit zinciri, hidrofilik aminoasitler dışa yakın olacak biçimde katlanır. Bu durumda, molekülün ortasında hidrofobik bir çekirdek oluşur.

İşlevleri: Proteinler, ya yalnızca yapısal görevler üstlenirler ya da başka moleküllerle etkileşerek, birçok önemli değişikliği gerçekleştirirler. İkinci grup-

---

Gün geçtikçe artan oranlarda et yerine kullanılan bitkisel proteinin üretilmesi. (altta) Protein elde edilmesinde kullanılan madde, soya fasulyesi ya da buğdaydır. Protein, asetik asit ve sodyum klorür (tuz) içeren bir banyoda, pıhtılaştırma işleminden geçirilir.



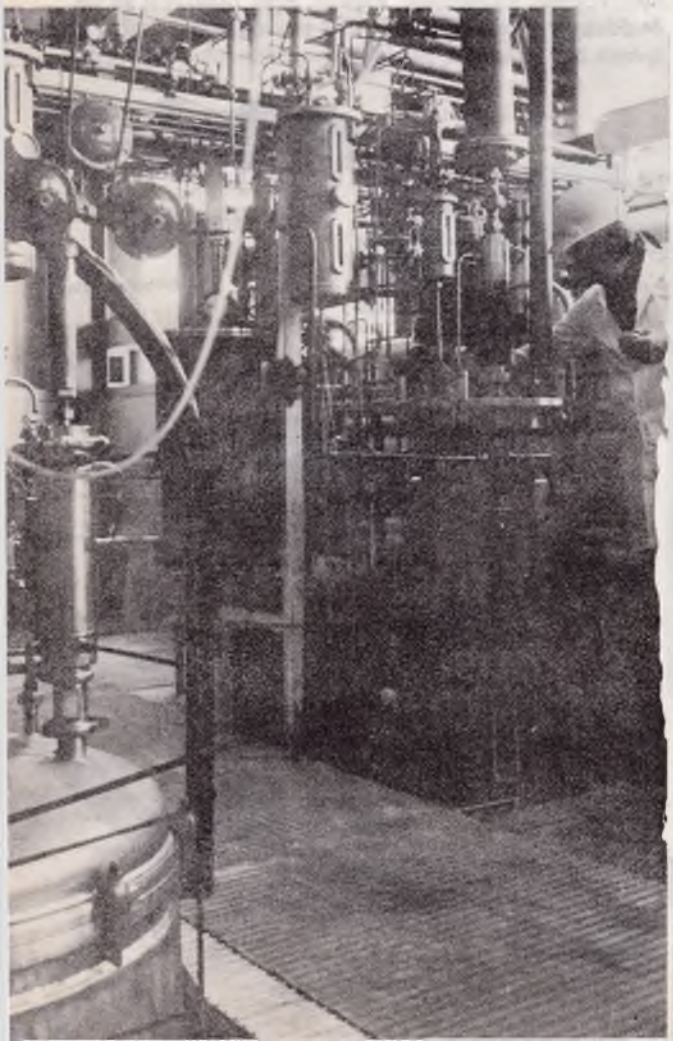
tan proteinlere «*enzim*» adı verilir. Bunlar, hücre içinde kimyasal tepkimeleri hızlandıran, etkili KATALİZÖR'lerdir. Her enzim, değişikliğe uğrayacak molekül, üstünde bulunan *etkin bağlanma bölgesi*nden bağlanarak, belirli bir kimyasal tepkime türünü hızlandırır. Moleküllerin bağlanması sonucu, tepkime ürünleri, enzimin bulunmadığı duruma göre çok daha çabuk ve kolay gerçekleşir.

Aynı grupta yeralan bazı proteinler, enzim niteliği taşımalarına karşılık, her zaman kimyasal tepkimeye yolaçmayabilirler. Sözgelimi, «*aktin*» ve «*miyosin*» adı verilen iki kas proteini etkileştikleri zaman, boyları kısalır. Kas hareketinin temelini bu oluşturur. Kandaki *hemoglobin*in görevi, oksijen taşımaktır. *Sitokrom*lar gibi bazı proteinler de, elektron verici ve alıcı moleküller arasında elektron taşırlar. Enzim sistemlerine elektron taşıma işlemi, kimyasal enerjinin saklanması ve açığa çıkması için önemli bir yöntemdir. *Antikor*lar, bedendeki yabancı öğelerle kimyasal bileşikler oluşturarak, insanları hastalığa yolaçan mikroorganizmalardan ve zehirlerden koruyan kan proteinleridir. Bazı protein türlerinde, proteinin işlevi için gerekli olan, ama aminoasitlerden oluşmayan, «*prostetik grup*» denen bir bölüm bulunur. Bu grup, protein molekülünün küçük bir bölümünü oluşturur ve enzimlerde, etkin bağlanma bölgesinin yakınında yeralır.

Kullanım alanları: Proteinlerin, besin kaynağı olmalarına ve yün, deri gibi çeşitli biçimlerde yüzyıllardan beri kullanılmalarına karşılık, arı proteinlerin kimyasal özelliklerinden yararlanma bilincine insanoğlu yeni varmıştır. Günümüzde, deterjanların etkisini artırma amacıyla içlerine, belirli proteinleri etkisiz bırakan enzimler eklenmektedir. Enzimler, kimya ve ilaç endüstrisinde de çeşitli bireşimlerde kullanılır. Protein kimyasının ilaç endüstrisinde önemli bir yeri vardır. Birçok hastalık, bedenin belirli bir protein türünü yapmamasından kaynaklanır. Sözgelimi şeker hastalığı, bedenin *insülin* yapmaması sonucu ortaya çıkar. Bu tür hastalıklar, söz konusu proteinlerin hastalara verilmesiyle giderilebilir. Lösemi (kan kanseri) tedavisinde kullanılan bir yöntem, «*asparaginaz*» adlı enzimin hastaya damardan verilmesidir. Bazı hastalıklar da, başka hayvanlardan alınan ve kimyasal bileşikler oluşturarak virüsleri etkisiz kılan antikor ya da antiserumların, hastaya verilmesiyle tedavi edilir.

Geleneksel doğal protein kaynaklarının pahalılaşması nedeniyle, yapay besin maddeleri (Bk. YİYECEK, SENTETİK) üretilmeye başlanmıştır. Lağımlarda ve doğal gazlarda mayalaşan bakteriler, *tek hücreli protein*ler oluştururlar. Bunlar tatlandırılarak, hayvanlara verilebilir.

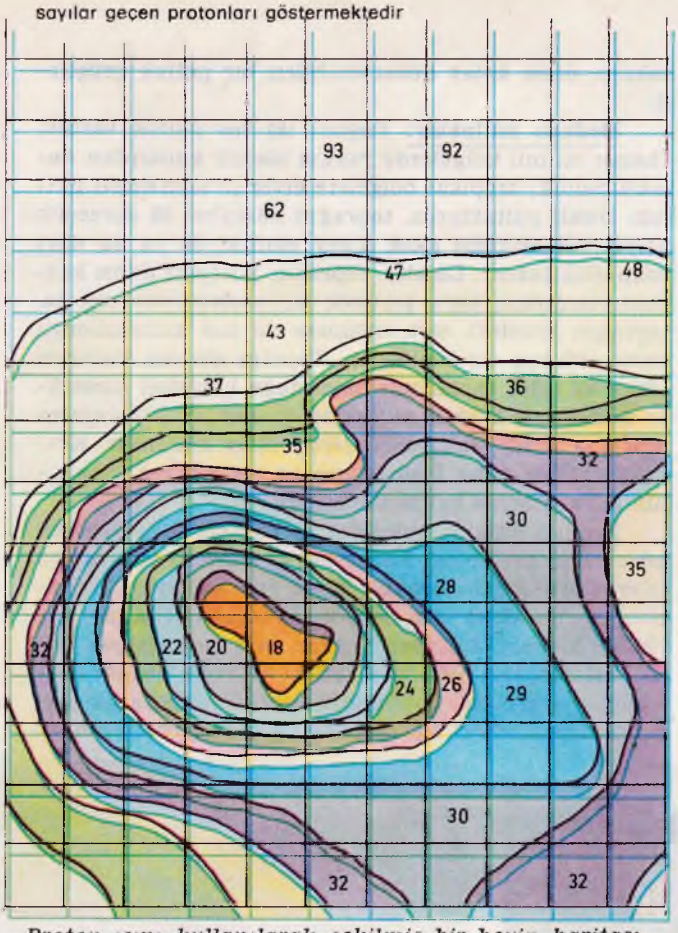
Tek hücreli protein üreten bir kuruluşta mayalayıcı birim. (altta)



PROTON

Nötron ile bir araya gelerek atom çekirdeğini oluşturan proton, artı yüklü bir temel taneciktir. Artı yüklü olduğu için, elektromagnetik kuvvetler aracılığıyla, eksi yüklü elektronları ÇEKİRDEK çevresindeki yörüngesinde tutar. Proton, büyük kuvvetlerden etkilenir (Bk. TANECİK FİZİĞİ). Büyük bir kuvvet uygulandığında, pek çok proton, artı yüklü taneciklerin birbirini itmesine karşın, küçük bir çekirdek içine sığdırılabilir. Proton sayısı *Z*, aynı zamanda kimyasal elementlerin atom numarasını da gösterir. Sözgelimi helyumun atom numarası 2'dir, yani çekirdeğinde iki proton bulunur. Azotun atom numarası 7'dir ve çekirdeğinde 7 proton vardır. Normal olarak hidrojen, yalnızca bir proton ve bir elektrondan oluşur. Elektron uzaklaştırıldığında geriye kalan hidrojen iyonu, gerçekte tek bir protondur.

Bilindiği kadarıyla proton, bütünüyle kararlı bir taneciktir. Nötronun ayrıldığı gibi başka taneciklere ayrılmaz. Bununla birlikte, yüksek enerjili çarpışmalar sırasında daha ağır taneciklere dönüşebilir. Buna «uyarılmış durum» adı verilir. Ama saniyenin milyon kez milyon kez milyon kez milyonda biri kadar kısa bir süre içinde, bu ağır tanecik, *piyon* adı verilen kütleler atarak, yeniden protona dönüşür. Bu durum, atomların *X* ışınları salarak kararlı hallerine dönmelerine benzer. Protonun uyarılmış durumlarının ölçülmesiyle, temel yapısı konusunda çeşitli ipuçları elde edilebilir.



Proton ışını kullanılarak çekilmiş bir beyin haritası. (üstte) Bedenden geçen proton sayısı, dokunun yoğunluğuna bağlıdır. Bu yöntemle kanserli dokular (turuncu bölge) saptanabilmektedir.

Ağır taneciklerin, kütle, elektrik yükü ve dönü gibi özellikleri, **PERYODİK ÇİZELGE**'deki kimyasal elementlerinkine benzer bir düzenlilik gösterir. Bu düzenlilik, matematik yoldan, taneciğin «*kuark*» adı verilen üç ayrı nesneden oluştuğu varsayımıyla açıklanabilmektedir. Hızlandırılmış taneciklerin (elektron gibi) protondan geri sıçramalarının, bunların kuarklardan oluştuğunu kanıtladığı öne sürülür. Ama kuarklar, hiç bir zaman protonlardan ayrı olarak gözlenememiş (bunun nedeni, eldeki hızlandırıcıların yeterince kuvvetli çarpma ortaya çıkaramaması olabilir), yani varlıkları deneysel olarak kanıtlanamamıştır.

Hızlandırılmış protonlardan, çeşitli biçimlerde yararlanılır. Tarım, endüstri ve tıpta kullanılan radyoizotopların elde edilmesi sırasında, farklı kimyasal elementler proton bombardımanına tutulur. Çarptıkları hedeften bir piyon koparma özelliği taşıdıklarından, protonlar, kanser urlarının tedavisinde, *X* ışınından üstündürler (çevre dokuları zedelemeden, yalnızca kanserli dokuya yöneltilebilirler). İnsan bedeninden geçirilen protonların sayısı, bedenin yoğunluğuna çok duyarlıdır. Bedenden geçen protonların sayılmasıyla, kanserli dokular saptanabilir.

PUL BASIMI Bk. TİFDRUK BASKI

PULLUK

Çiftçilikte kullanılan en önemli alet olan pulluk (ya da saban), toprağın üst tabakalarını karıştırarak, yeni yüzeylerin atmosfere açılmasını sağlar, toprak üstünde bulunan çöpleri gömer. Modern pullukla, belle çalışan bir kişinin bir günde yapabileceğinden daha çok toprak, birkaç dakikada sürülebilir.

Tarihçe: Pulluğun kökeni Cilalıtaş devrine uzanır. O dönemde pulluk (ya da saban), keskin uçlu, çatal biçimli çok yalın bir aletti. Roma devrindeyse, üç ayrı model kullanılırdı: Taş devri pulluğuna benzeyen *aratum;* bir ok ile bıçaktan oluşan *ard;* bir kulak yardımıyla toprağı yana deviren *carruca.*

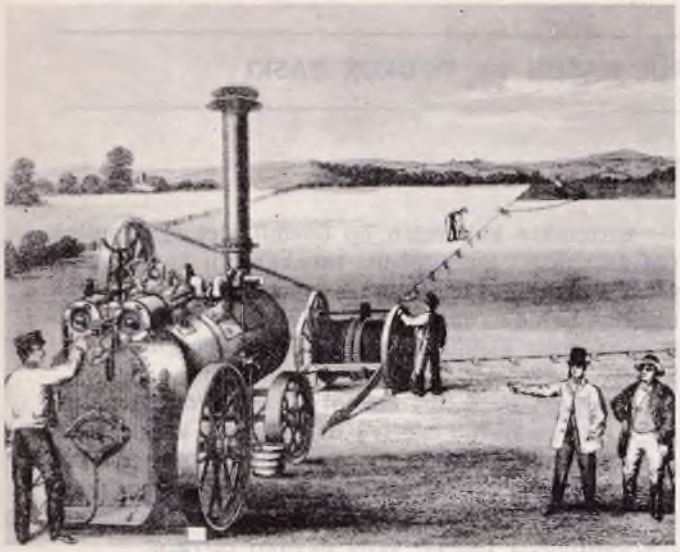
XVI. ve XVII. yüzyıllara kadar pulluk önemli değişiklikler geçirmedi. İlk gelişme, dörtgen biçimli bir çerçeve üstünde yeralan eski pullukların yerini, daha hafif, üçgen çerçeveli modellerin alması oldu. Çerçevelerin, kolların ve sapların hâlâ tahtadan yapılmasına karşılık, çekme demiri, bıçak ve keski, demirden yapıldı; kulak ile ökçe de demir levhalarla kaplandı. Bıçak ve keskiye, düzgün bir iz açacak biçim verildi. Kulaksa, kaldırılan toprağı yavaşça alt üst edecek biçimde yapıldı.

XVII. yüzyıldaki bir başka gelişme de *döner kulaklı pulluk*tur. Normal kulak toprağı yalnızca bir yana devirdiğinden, bir iz sürüldükten sonra, ya pulluğun başlangıç noktasına geri dönmesi ya da dönüşte başka bir izi sürmesi gerekirdi. Oysa, toprağın tepe yönünde yığılmasını gerektiren eğimli yamaçlarda yeralan tarlalar çift yönlü sürülürken, kulağın yön değiştirmesi çok önemlidir. Döner kulaklı pullukta sürücü, kulağı yerinden çıkarıp, pulluğun öbür yanına takarak bıçağın açısını ayarlayabilir.

Endüstri devriminden sonra, pulluklarda daha çok demir kullanılmaya başlandı. 1760 yılında James Small, ilk dökme demir kulaklı pulluğu yaptı ve kulağa, daha iyi çalışması için, matematiksel olarak hesaplanmış özel bir biçim verdi. 1785'te Robert Ransome, dökme demirden yaptığı keski için patent aldı. 1803'teyse, demirin kendiliğinden bilenmesini sağlayan bir sertleştirme işlemine patent verildi. Pulluklar için bazı parçaların dökümle yapılması, seri üretimin başlangıcı oldu. 1830 yıllarında A.B.D'nde John Deere, çelik pulluklar yaptı.

XIX. yüzyılın ikinci yarısında, buharlı araçlarla toprağı sürme yöntemi denendi. Bu yöntemde, hareketsiz bir makina tarladaki pulluğu kablolarla çekiyordu. Aynı anda birkaç tane pulluğun kullanılmasını sağlayan sistemde, genellikle pulluklar çiftler halinde çalışıyor, biri toprağı sola, öteki sağa deviriyordu. Sekiz bıçaklı bir pulluk, iki buhar makinası yardımıyla, günde 17-22 dönüm arazi sürebilmekteydi.

1936'da Harry Ferguson, hidrolik kumandalı, üç noktadan bağlantılı ve doğrudan doğruya traktöre



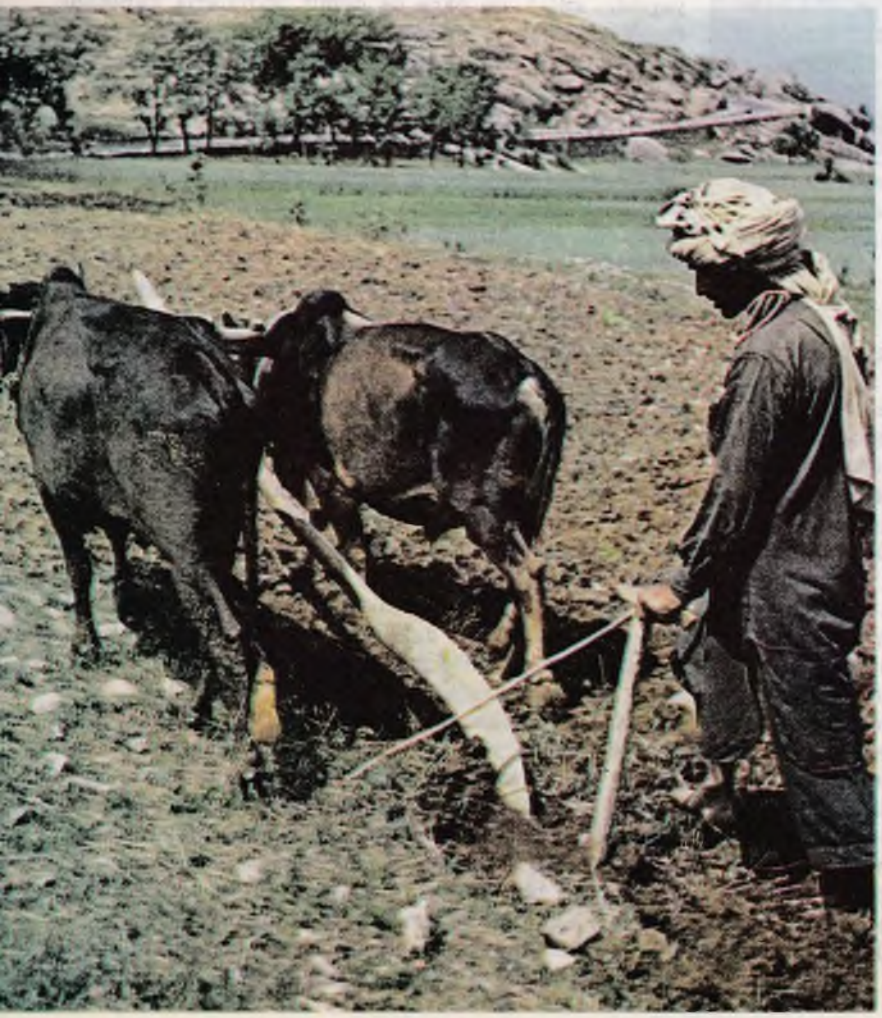
XIX. yüzyılın ortalarında, buhar makinası, halatlar ve tarlanın köşelerine yerleştirilen bocurgatlar yardımıyla sürülen bir toprak. (üstte)

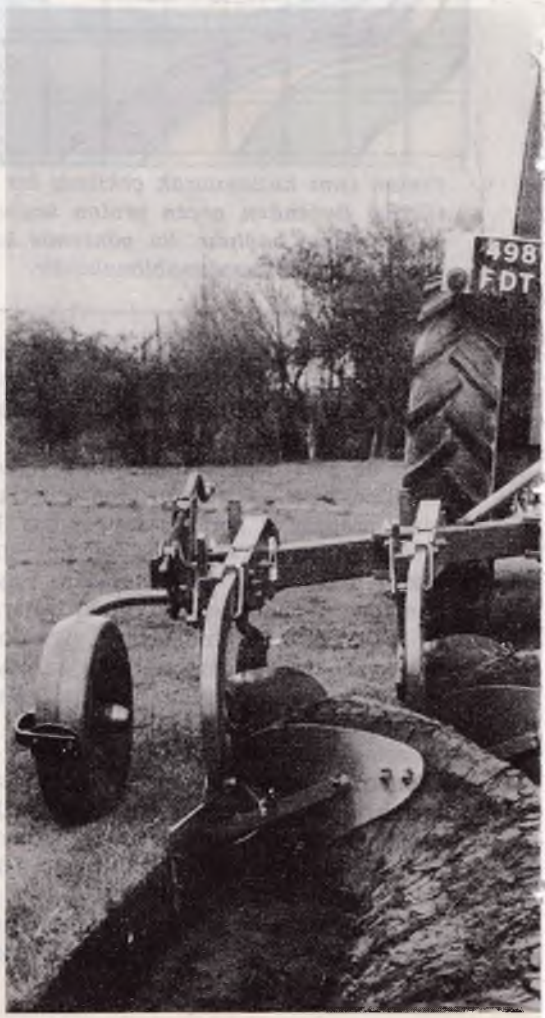
Bazı ülkelerde hâlâ kullanılmakta olan tahtadan yapılmış saban. (altta solda)

takılıp, daha kolay denetlenebilen bir pulluk geliştirdi.

Modern pulluklar: Başlıca iki tür pulluk vardır: Ilıman iklimli bölgelerde yaygın olarak kullanılan *kulaklı* pulluk; tropikal bölgelere elverişli olan *diskli* pulluk. Diskli pulluklarda, toprağın yüzeyine 45 derecelik açıyla yerleştirilen aksa dikey olarak, üç ya da dört grup disk takılır. Diskler, toprağın yüzeyini derin kazmadıklarından, kuru yerlerde kullanılabilirler. Ayrıca, toprağın içindeki sert cisimlere ve hor kullanılmaya karşı oldukça dirençlidirler. Toprağı alt üst etmeden süren ve tahıl saplarının bulunduğu bölgeleri sürmekte kullanılan keskili pulluklar da vardır. Uygulama amacına göre, çeşitli biçimlerde uçlar kullanılır. Keski, kulaktan daha hızlı çalışır ve verimli üst tabakanın gene yüzeyde kalmasını sağlar.

Normal kulaklı pulluklar, genellikle 3 iz sürerler, ama 10 iz sürebilecek kadar büyük modeller de vardır. İzlerin arasındaki uzaklık 25-40 cm arasında değişebilir. Yumuşak ve orta sertlikteki topraklarda izin derinliği, genişliğinin yarısı kadar, sert topraktaysa daha fazladır. Derinlik, traktördeki hidrolik sistem aracılığıyla ayarlanır. Çoğunlukla, önceden mekanik olarak ayarlanabilen bir derinlik tekerleği de bulunur.





Pulluk, traktörle çekilebildiği gibi, büyüklüğüne bağlı olarak, traktöre yarı ya da tam olarak yüklenmiş biçimde de yapılabilir. Traktör hidroliğinin taşıma gücü kısıtlı olduğundan, dörtten çok iz süren pulluklar genellikle traktörle çekilir. Sürme sırasında, traktörün bir taraftaki tekerlekleri sürülen izde, ötekilerse sürülmemiş toprakta yol alır.

Hem diskli, hem de kulaklı pulluklarda iki tür sürme işlemi uygulanır: *Hareketsiz; döner.* Hareketsiz kulaklı pulluklarda sağ yanda birer kulak, kol ve kazıma bıçakları bulunur. «Tek yönlü pulluk» diye adlandırılan döner pulluklarda, hem sağda, hem de solda birer kulak, kol ve kazıyıcı yeralır. Bunlarda bir grup, yönlendirici kolun üstünde, öteki grup da altında yeralır. Sürülen her izin sonunda pulluk, hidrolik ya da mekanik olarak döndürülür ve traktör, yeni sürülen izin üstünden geri gider. Böylece, sürülen bölgeler birleştirildiği zaman ortaya çıkan yüksek toprak kümeleri oluşmaz ve toprak düz bir görünüm kazanır. Döner diskli pullukların farkı, bir düzenek yardımıyla disklerin, her iki yandan da traktör çizgisinden dışarıya kadar uzatılabilmesidir.

Toprağın içindeki engellerin pulluğa zarar vermemesi için gövde, ya mekanik yaylı ya da basınçlı-hidrolik bir düzeneğe bağlanır. Bazı keskili pulluklardaysa, çarpma sırasında kırılan, böylece başka parçalara zarar gelmesini önleyen, kolayca değiştirilebilen parçalar kullanılır.

İzi dikdörtgen biçiminde değil, elmas biçiminde sürdüğü için «*elmas pulluk*» diye adlandırılan kulaklı pulluklara, birçok ilgi çekici özellik kazandırılmıştır. Bu modelde kol yoktur, kulağın alışılmış dikey biçim yerine kıvrık biçim verilen ön kenarı, izin yan duvarını şekillendirir. Kulağın önünde, toprağın üst tabakasının izin içine itilmesini sağlayan küçük pulluklar gibi çalışan, itici kollar bulunur. Bu modelin çekilmesi, ötekilerden daha kolaydır.

Dört iz süren bu modern pullukta kulakların çalışma biçimi açıkça görülmektedir. (altta ortada) Pullukta, iz derinliğini ayarlama amacıyla kullanılan ek bir tekerlek de vardır.

İki iz süren döner pulluk. (altta sağda) Sağ yandaki grupta disk bıçaklar, kulaklar ve kazıma bıçakları görülmektedir.

PUSULA, MAGNETİK

Magnetit adlı demir mineralinin kuzeye doğru yöneldiği, ilk olarak İ.Ö. I. yüzyılda Çin'de gözlenmiştir. Ne var ki, İ.S. 1 100 yıllarından önce iğneli pusulanın geliştirilmiş olduğuna ilişkin herhangi bir kanıta raslanılmamıştır. 1250 yıllarında Çinlilerin yanı sıra, Arapların ve Avrupalıların da pusula kullandıkları bilinmektedir. Bununla birlikte, ilk pusulayı geliştirenlerin kimler olduğu konusunda kesin bir yargıya varmak güçtür.

Gelişme: Bir demir iğne ya da tele, mıknatıs taşıyla (magnetit) dokunulduğunda, iğne mıknatıslanır (Bk. MAGNETİZMA). XVIII. yüzyılda, Akdeniz rüzgarlarının yönünü gösteren rüzgargülüyle birlikte, magnetik demir «iğneler» kullanılmıştır. Daha sonra, gösterge tabloları, dört ana nokta (K, G, D, B) işaretlenerek 32'ye bölünmüş, derecelendirmeler yapılmıştır: K ve G'ye; 0° ve B'ye 90°; toplam 360°. Herhangi bir değere dayanmayan 360°, Babil gökbilimcilerinden kalmıştır. Babilliler, zamanı ölçerken, günü önce altı, sonra bir daha altı parçaya bölmüşlerdi. Yeryüzü uzaklık ölçümleri olan bu ölçümler, sonraları gökyüzünde tamamlanan bir daireye dönüştürüldü (günümüzde de geçerliliğini korumaktadır).

XV. yüzyılda *gerçek kuzey* (Kuzey Kutbu yönü) ile *magnetik kuzey* arasında belirgin bir fark olduğu anlaşıldı (*«magnetik sapma»* adı verilen bu açı farkı, günümüzde tablolardan kolayca hesaplanmaktadır). 1493'teki ikinci yolculuğunda Kristof Kolomb, sapmaya göre ayarlanmış pusulalar kullandı. Büyük coğrafyacı ve harita yapımcısı Gerhard Mercator (1512-1594), Kuzey Kutbu dışında, başka bir magnetik kutbun varlığını öne süren ilk kişi oldu. William Gilbert (1544 - 1603), *De Magnete* (Mıknatıs Üstüne) adlı yapıtında (1600), dünyanın dev bir mıknatıs olduğunu öne sürdü; ama sapmanın, kara kütlelerinin magnetik çekimleri nedeniyle ortaya çıktığını sandı. Yeryüzündeki sapmaları veren ilk çağdaş tablolar, kuyruklu yıldız araştırmalarıyla ünlü Edmond Halley (1656-1742) tarafından, 1701'de yayınlandı.

1570 yıllarında İtalya'da yapılmış, bilinen en eski Avrupa yapımı pusulalardan biri. (altta solda) Kadran, bir iğne ile bir halka üstüne oturtulmuş ve bir kap içine yerleştirilmiştir.

1770 yıllarında Londra'da yapılmış bir pusula. (altta sağda) Bu pusulanın, belli yönlerin belirlenmesinde kullanılmış olduğu sanılmaktadır.

Doğrudan okunan denizci pusulası: Eskiden pusulalarda kullanılan magnetik iğnenin sık sık mıknatıslanması gerekiyordu. 1766'da Dr. G. Knight, İngiltere'de, zamanın en gelişmiş pusulasını yaptı. İğne olarak iyi bir çelik mıknatıs, eksende aşınma ve sürtünmeyi önlemek için de elmas bir mil kullandı. Ayrıca pusulayı, geminin sallanmasından etkilenmemesi için, bir halka içinde yeralan eklemlere tutturdu.

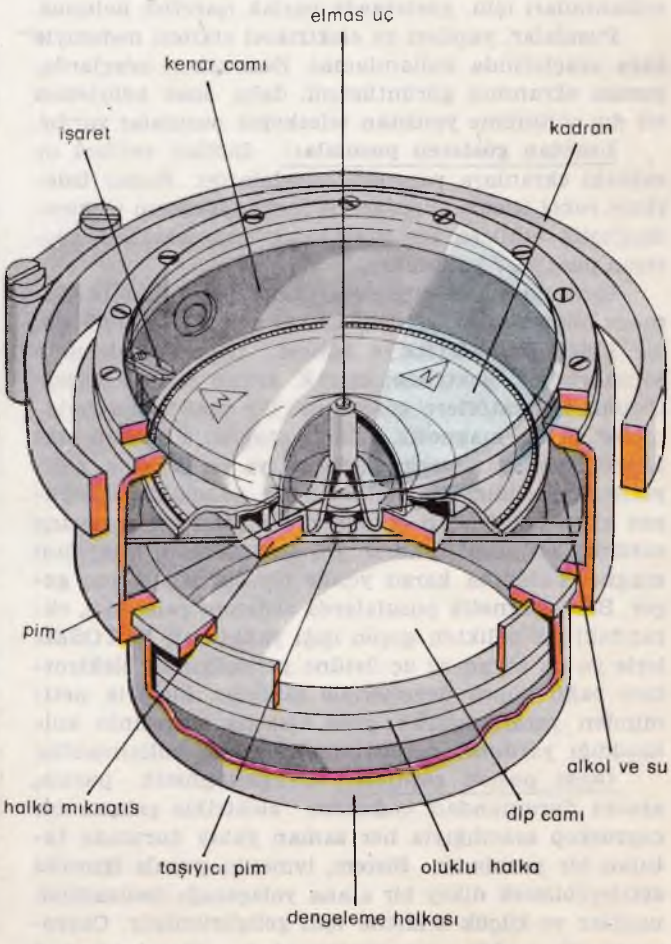
Bir süre sonra pusula, mekanik titreşimlerden korunmak için, içi sıvı dolu bir kap içine yerleştirildi. İlk modellerde bu yöntem, kabın delinmesi ve sıvı içindeki yabancı maddeler nedeniyle, pusula parçalarının paslanması gibi sorunlar yarattı.

Aynı yıllarda, pusula çerçevesinin başka bakımlardan da geliştirilmesi gerekti. XIX. yüzyılda gemi yapımında daha çok demir kullanılması, pusulaların yanlış sonuçlar vermesine yolaçtı. Sorun, pusula çerçevesine «sert» ve «yumuşak» demir yerleştirilerek çözüldü. «Sert» demir geminin iskeletini, «yumuşak» demir de, geminin magnetik alanı yönünün dünyanınkine göre farkını karşılıyordu. Geminin magnetik alanı, çeşitli deneylerle saptanmakta, ama bir kez gerekli ayarlamalar yapılınca, pusulanın yılda bir denetlenmesi yeterli olmaktaydı.

Çağdaş denizci pusulası: Standart pusulanın 360°'ye bölünmüş 15-20 cm çaplı bir kadranı vardır. Sıvı dolu bir kaba yerleştirilen kadran, elmas yatak üstünde bulunan osmiyum-iridyumdan ya da tungsten karbürden yapılmış pime oturtulur. Mıknatıs, ya kutupları çap boyunca yerleşmiş bir halkadan ya da ikikutuplu bir çubuktan oluşur. Kabın iç duvarından kadranın kenarına uzanan bir işaret vardır. Sistem, aşınmayı ve iğne ömrünü uzatacak ağırlığı (7 gram

Çerçeveli pusula. (altta solda) Mika kadran, alkol ve su içinde yüzmektedir. Yumuşak demir küreler, geminin demir gövdesinin etkilerini düzeltir. Bu pusula, yelkenli gemiler gibi, açık teknelerde kullanılır.

Bir denizci pusulası, (altta sağda) Bu türde, ibre, alkol ve su karışımından oluşan bir sıvıda yüzer. Mika kadran üstünde magnetik kütle ya da kütleler yeralır. Resimde magnetik kütleler, kadranın kuzey-güney doğrultusu boyunca çalışacak biçimde yerleştirilmiştir.



kadar) sağlayan bir sıvı içinde yüzdürülür. Sıvı genellikle, alkol-su karışımıdır ya da ince bir yağdır. Mıknatıs dışında, sistemde yeralan maddelerin, bütünüyle anti-magnetik olması önemlidir. Kap, çerçeveye halkalarla asılır. Halkada, aydınlatma donanımı ile istenmeyen magnetik alanları dengeleyen aygıtlar bulunur.

Bazı gemilerde, pusulayı geminin magnetik alanından bütünüyle yalıtmak için, pusula yüksek bir noktaya yerleştirilir. Kadran arkadan aydınlatılır. İkinci Dünya savaşından sonra, savaş gemilerinde magnetik madenlerin etkilerini önlemek için, teknenin çevresinde nötrleştirici bir alan oluşturulmuştur.

Doğrudan okunan başka pusulalar: Haritacılıkta kullanılan hareketsiz tabanlı pusulalarda, biçim yalın, sonuçlar da oldukça doğrudur. Yatay ve dikey açıları ölçmek için, dereceli ve iğneli bir pusula, bir teodolitle (haritacılıkta kullanılan bir çeşit teleskop) birleştirilir. Böylece 0,01°'ye kadar olan açılar ölçülebilir. Üç bacaklı, taşıyıcılı sıvılı pusulalar da yapılmıştır.

Arazide kullanmaya elverişli, ölçekli ve sıvılı pusulalar saydam bir kap içine yerleştirilir. Prizmalı pusulalarsa, daha doğru değerler verirler. Bunlarda bir büyütme prizması ve ekran görüntüsünü uzaktaki bir cisim üstüne bindiren düzenekler vardır. Dönebilen bir ok, uzaklıkların belirlenmesine yarar. Ayrıca, gece kullanımları için, göstergede parlak işaretler bulunur.

Pusulalar, yapıları ve elektriksel etkileri nedeniyle kara araçlarında kullanılamaz. Bazı askeri araçlarda, pusula ekranının görüntüsünü, daha önce belirlenen bir dış görünüme yansıtan teleskopik pusulalar vardır.

Uzaktan gösteren pusulalar: Bunlar, verileri uzaktaki ekranlara yansıtan pusulalardır. Radar üslerinde,roket izleme aygıtları ile öteki aygıtların elektromagnetik etkilerinden kurtulmak için, uzaktan gösteren pusulalar kullanılır.

Uzaktan gösteren pusula, dünyanın magnetik alanının bileşenlerini, yerdeki aracın eksenine göre ölçen bir MAGNETOMETRE'ye benzer. Gerekli işlemden sonra veriler, elektriksel olarak, uygun yerlere yerleştirilmiş indikatörlere gönderilir. Bir uçakta magnetometre ya da magnetik bulucu, magnetik açıdan etki altında olmayan yerlere (kanat ya da kuyruk gibi) yerleştirilmelidir. Magnetometrede genellikle, dünyanın alanı tarafından etkilenen bir çekirdek çevresine sarılmış sarımlar bulunur. Bu sarımlardan, dünyanın magnetik alanına karşıt yönde bir elektrik akımı geçer. Bazı magnetik pusulalarda sistemin çalışması, ekrandaki bir delikten geçen ışığı yakalayan FOTOSEL'lerle ya da ekran ve uç üstüne yerleştirilmiş elektrotlara bağlı köprü devreleriyle sağlanır. Elektrik iletiminden yararlanılarak, gene elektrik sinyalinin kullanıldığı yardımcı magnetometreler de kullanılabilir.

Öteki pusula çeşitleri: Cayromagnetik pusula, aracın durumundan bağımsız, elektrikle çalışan bir cayroskop aracılığıyla her zaman yatay durumda tutulan bir pusuladır. Sistem, ivmenin pusula iğnesini etkileyebilecek dikey bir alana yolaçacağı denizaltılar, uçaklar ve küçük tekneler için geliştirilmiştir. Cayromagnetik pusula, magnetizmadan yararlanmayan CAYROPUSULA ile karıştırılmamalıdır. Cayropusula, elektrik aracılığıyla boşlukta döndürülen bir diskten oluşur.

PÜSKÜRTME TABANCASI

Püskürtme tabancasının kökeni, A.B.D'nde, 1880 yıllarının başında, ağız ve buruna ilaç verme konusunda araştırmalar yapan Dr. De Vilbiss'e dayanır. Vilbiss, serpme yönteminin yerini alacak yeni bir yol buldu: Akışkanı bir kaptan alarak, tedavi edilecek bölgeye püskürten küçük ATOMİZÖR'ler yaptı. Atomizörler bir süre sonra geliştirildi ve boya püskürtme tabancaları haline getirildi. Püskürtme tabancası, yaygın bir biçimde üretilen her tür nesneye, süsleme ya da koruma amacıyla boya, cila ve sır gibi örtücü bir madde sürme işlemlerinde kullanılır.

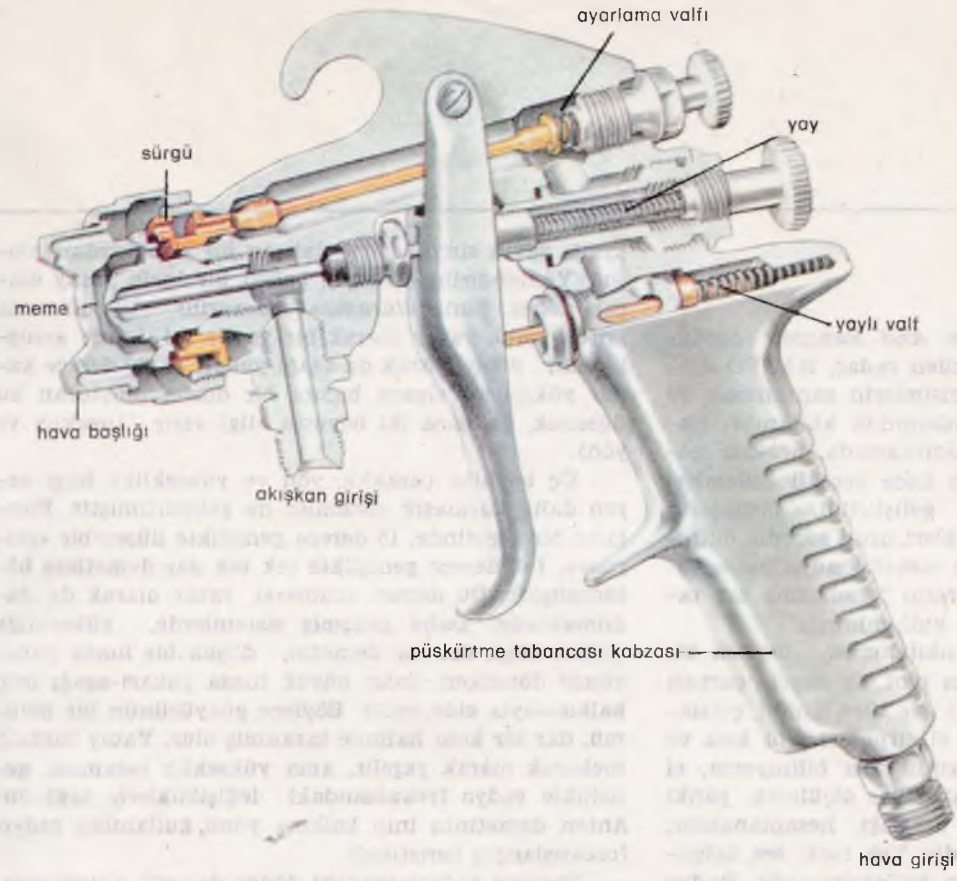
Püskürtme tabancası, basınçlı havayla çalışan hassas bir aygıttır. Boya ve basınçlı hava, püskürtme tabancasına ayrı kanallardan gelir ve tabancanın ucunda birbirine karışır. Basınçlı hava, boya maddesine hız kazandırır. Boya maddesi belli bir hızda (her maddenin *atomize* olması için kritik bir hız vardır) küçük parçacıklara ayrılır (bu harekete, «*atomizasyon*» denir).

Basınçlı havanın uyguladığı güç, iki işlevi yerine getirir. Önce boyayı atomize eder, sonra da boyanın içindeki çözücünün uçmasını sağlar. Atomizasyon derecesi, hava basıncının ve tabancaya gönderilen akışkan miktarının ayarlanmasıyla denetlenir.

Çalışma biçimi: Akışkan, püskürtme tabancasına, tabancanın altında bulunan akışkan kanalı yoluyla girer ve ince bir iğne valftan geçerek, jet biçimindeki *meme*ye gelir. Akışkanı harekete geçirmek için gerekli basınç, yerçekimiyle (içinde akışkan bulunan kap, tabancanın üstüne konularak), havayı tabancanın içinden geçirerek yaratılan emme gücüyle ya da bir pompa (ya da basınçlı akışkan kabı) kullanılarak elde edilebilir. Tabancanın tetiğine bağlı olarak çalışan yaylı supap, gelen boya miktarını ayarlar. Kompresörden gelen hava, tabanca kabzasının altındaki hava giriş deliğinden girer. Tabancanın içinden geçerek, akışkan memesini çevreleyen hava başlığının arasında bulunan sürgünün içindeki bir dizi delikten çıkıp dağılır. Hava akımı da, tetikle kumanda edilen başka bir yaylı supapla denetlenir.

Tetiğe basıldığında, iki supap aynı anda harekete geçerek, akışkan ile havayı bir araya getirir. Hava, akışkanın koni biçiminde püskürmesini sağlar. Bu püskürme biçimi, tabancanın arkasına monte edilmiş olan valf aracılığıyla değiştirilebilir.

Türleri: Püskürtme tabancaları çeşitli boyutlarda yapılır ve uygulayabildikleri boya miktarına göre sınıflandırılırlar. Püskürtme tabancasının üç temel parçası, hava başlığı, akışkan memesi ve akışkan iğnesidir. Bu parçalar, püskürtülen maddenin özelliğine göre tabancayı ayarlamak için değiştirilebilir. Hava başlığı, meme ve iğne türü, kullanılan boyanın niteliğine ve tabancaya boya çekme yöntemine (emme, yerçeki-



Püskürtme tabancasının kesiti. (solda) Basınçlı hava, tabancaya, kabzanın altındaki hava girişinden girer ve tabancanın tetiği tarafından denetlenen yaylı supaptan geçip, memeye gelir. Memede, hava ile boya, tetikle çalıştırılan iğne supap denetiminde karışıp, koni biçiminde püskürür. Koni, havanın, hava boşluğu borularından geçirilmesiyle, yatay olarak genişletilebilir. Hava, arkada bulunan ayarlama valfıyla denetlenir.

Elektrikli hava kompresörüyle çalıştırılan bir püskürtme tabancası. (altta) Boya, tabancanın altındaki kaptan gelir.

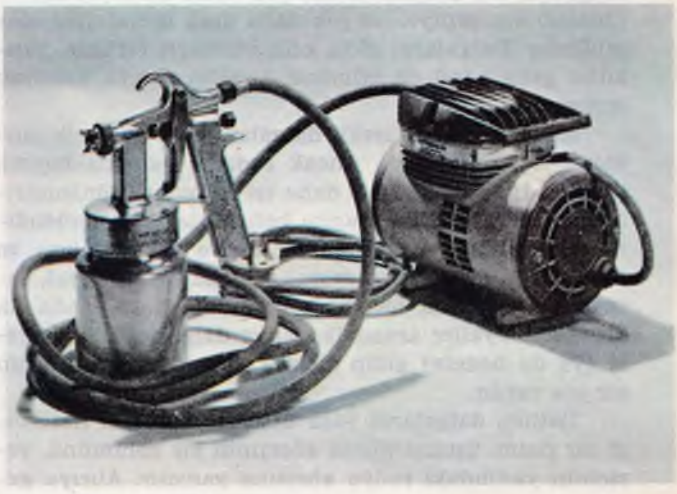
mi ya da basınç) bağlıdır.

Püskürtme tabancasında kullanılan hava miktarı, hava için bırakılmış boşluğun biçimi ve büyüklüğü tarafından belirlenir ve dakikada metreküple ölçülür. Genellikle iki tür hava boşluğu vardır. Bunlardan biri, emme beslemeli başlıktır. Bu türe, başlığın ortasından geçen havanın, memenin önünde vakum yaratıp, altta bulunan kaptaki akışkanın atmosfer basıncı yardımıyla tabancaya girmesini sağlayacağı bir biçim verilmiştir. Öteki tür olan basınç başlığıysa, meme önünde vakum yaratacak biçimde değildir. Seri üretimde kullanılan basınç başlıklı tabancalara akışkan, ya bir pompayla ya da basınçlı kaptan gönderilir.

Meme, tabancadan akan boya miktarını ayarlayan parçadır ve akışkan iğnesi için supap yatağı görevini görür. Memeler, kullanılan boyanın türüne ve yoğunluğuna göre çeşitli boylarda yapılır.

İğne, normal olarak, memenin karşısında bir yayla kapalı durumda tutulur ve tetik hareketiyle geri çekilir. İğnenin geri çekilme derecesi ve ona bağlı olan boya miktarı, akışkan ayarlama vidasıyla denetlenir.

Püskürtme boyama, mekanik bir yöntemdir. Püskürtme boyacılığıyla elde edilen yararlar, ekonomik uygulama ve seri üretimde nitelikli ürün elde etme olarak özetlenebilir. Söz konusu yararları sürdürebilmek için, püskürtme tabancalarının hassas aygıtlar olduğu unutulmamalı, bakımları düzenli yapılmalı ve en yüksek verim için doğru biçimde kullanılmalıdır.



Elektrostatik boyama: Endüstride, arabalara uygulanan astar boyalar gibi çok sayıda boyama işleminde, günümüzde ELEKTROSTATİK boyama sistemleri kullanılmaktadır. Boyanacak nesne, negatif elektrikle yüklenir ve pozitif elektrikle yüklü boyaların püskürtüldüğü boyama odası içinden geçirilir. Boyanan nesnedeki ve boyadaki elektrostatik güçler, boyanın düzgün bir tabaka halinde yayılmasını sağlar. Normal olarak boyanamayacak kadar küçük girintiler bile, bu yöntemle kaplanabilir.

R

RADAR

İngilizce *RAdio Detection And Ranging* sözcüklerinin ilk harflerinden türetilen radar, RADYO dalgalarının yansımasıyla uzak cisimlerin saptanması ve konumlarının belirlenmesi anlamında kullanılır. Radar, 1930 yıllarında, hava saldırılarında, uçaklar görülmeden ya da duyulmadan önce gerekli önlemleri alma gereksinimi nedeniyle geliştirildi. Cisimlerin radyo dalgalarını yansıtabildikleri, uzun süredir biliniyordu. Yansıma ilkeleri, uzak mesafe radyo haberleşmesinde önemli olan, atmosferin iyonlaşmış üst tabakalarının araştırılmasında kullanılmıştı.

Temel ilkeler: Sesin yankılanması, bilinen bir olaydır. Bir yamaç ya da yapı gibi bir engele çarpan ses dalgaları, yansıyarak, kısa bir süre içinde, çıktıkları kaynağa dönerler. Ses, el çırpması gibi kısa ve keskinse, ayrıca ses dalgalarının hızı biliniyorsa, el çırpması ile yankı arasındaki süre ölçülerek, yankı yapan cismin ya da yüzeyin uzaklığı hesaplanabilir. Radarda da aynı ilke geçerlidir. Tek fark, ses dalgaları yerine radyo dalgalarının kullanılmasıdır. Radyo dalgaları, ses dalgalarından çok daha hızlı yol alırlar (300 000 km/saniye) ve çok daha uzak mesafelere ulaşabilirler. Dalgaların gidiş geliş süresiyle birlikte, yankının geliş yönü de bilinirse, engelin gerçek konumu ortaya çıkarılabilir.

Radarda hem sürekli dalgalar, hem de kesik sinyaller kullanılabilir. Ancak radarın çalışma biçimi, kesik radyo sinyalleriyle daha iyi anlaşılır. Yönlendirilebilen bir ANTEN'e (yayını belirli bir yöne yönlendirilebilen anten) bağlanan bir radyo vericisi, kısa ve kesin sinyallerle radyo dalgaları yollar. Her sinyal, saniyenin milyonda biri uzunluğunda, hattâ daha da kısadır. Sinyaller arasında, radyo dalgasının bir engele (ya da hedefe) gidip dönme süresinden daha uzun bir ara vardır.

İletilen dalgaların yolu üstünde bulunan herhangi bir cisim, üstüne düşen enerjinin bir bölümünü, vericinin yanındaki radyo alıcısına yansıtır. Alıcıya gelen yansıyan dalga akımı, zaman bakımından, yayınlanan dalgaya göre biraz kaymıştır. Kayma, verici ile hedef arasında gidip gelme süresinden kaynaklandığından, hedefin mesafesinin ölçümünü sağlar. Verici ve alıcı antenler aynı yöne döndürülürse, yalnızca bu yol üstünde bulunan hedefler sinyalleri yansıtacağından, hedefin yönü de belirlenmiş olur.

Uygulamada genellikle, yayınlama ve alma işlemleri için tek anten kullanılır. Alıcı, yayın anında kapatılıp, kısa bir süre sonra yankıyı alabilmesi için yeniden çalışır duruma getirilir. Bu amaçla kullanılan aygıt, yayın sinyalleriyle çalışan bir anahtardan oluşur. Yönlendirilmiş anten, belirli bir hızla yatay olarak döner. Buna «*tarama*» adı verilir. Uygulamada anten yönü, yatay olarak bir ya da iki derece genişliktedir; dikey olarak da aşağı yukarı 15-20 derece kadar yükselir. Yelpaze biçimi bir demet oluşturan bu düzenek, yalnızca iki boyutlu bilgi verir (uzaklık ve yön).

Üç boyutlu (uzaklık, yön ve yükseklik) bilgi veren daha karmaşık sistemler de geliştirilmiştir. Bunların bir çeşidinde, 15 derece genişlikte düşey bir «yelpaze», 1-2 derece genişlikte tek tek dar demetlere bölünmüştür. Bu demet «küme»si, yatay olarak da dağılmaktadır. Daha gelişmiş sistemlerde, yüksekliğe ilişkin bilgi, dar bir demetin, düşük bir hızda yatay yönde dönerken, daha büyük hızda yukarı-aşağı inip kalkmasıyla elde edilir. Böylece gökyüzünün bir bölümü, dar bir koni halinde taranmış olur. Yatay tarama mekanik olarak yapılır, ama yükseklik taraması, genellikle radyo frekansındaki değişikliklerle sağlanır. Anten demetinin inip kalkma yönü, kullanılan radyo frekanslarıyla denetlenir.

Tarama radarlarındaki döner demetli antenlerde, hedefin yönü, alınan sinyalin en yüksek olduğu yönden bulunur. Daha büyük bir açısal duyarlık gerektiğinde, yeni düzenlemeler yapılır. Sözgelimi, iki demet, kısmen kesişecek biçimde düzenlenebilir. Kesişen alanda iki antenle alınan sinyallerin oranı gözlenerek, çok kesin bir biçimde yön saptaması yapılabilir. Kısmen kesişen iki demet, kesişme alanının merkezi çevresinde döndürülürse, günümüzde pek çok uçaksavar atış-denetim izleme radarında kullanılan koni biçimli tarama yöntemi elde edilir.

Atış denetimi amacıyla kullanılan radarların, hedefi bir kez «yakaladıktan» sonra, sürekli olarak izlemesi gerekir. Bunların dar koni ya da kalem biçimli anten demetleri vardır. Radar bir hedefi belirledikten sonra, demet otomatik olarak onu izlemeli, yani hedefe kilitlenebilmelidir.

Sinyal salan radarın yayın aygıtı, yüksek genlikte, doğru zaman aralıklı, kısa sinyalli radyo enerjisi yollayabilmelidir. Sözgelimi, sinyaller 4 milisaniye aralıklarla, 4 mikrosaniye uzunluğunda olmalıdır. Böylece verici, toplam zamanın yalnızca 1/1 000'lik bir süresinde çalışmış olur. Buna, «*görev çevrimi*» denir. Vericinin ortalama gücü, en üst gücünün 1/1 000'i kadar olur. Radarda kullanılan en önemli iki verici tüpü, bir OSİLATÖR olan *oyuklu magnetron* ile bir yükseltici olan *klistron*dur (Bk. MİKRODALGA).

Ekranlar: Sinyal biçimlerini bozmadan büyüten alıcılarda, bütün uzaklık ve yön bilgilerini gösteren bir sistem bulunur. Yayınlanan ve alınan sinyaller ara-

sındaki süre, çeşitli yöntemlerle gösterilebilir. En çok kullanılan sistem, televizyondakilere benzeyen KATOT IŞINI TÜPÜ'dür. Katot ışını demeti, tüp yüzeyinde belirli bir hızla yatay yönde hareket eder. Işın tüp yüzeyine çarptığında, parlak bir nokta ortaya çıkar. Bu nokta, demetin hareketiyle, parlak bir çizgi oluşturur.

Çizginin başlangıcı, sinyallerin vericiden çıkma anıyla çakışır. Yankı alındığında, nokta, kalıcı bir iz bırakarak, çıkış noktasına geri döner. Bu izin uzunluğu, yankı sinyalinin zaman gecikmesinin bir ölçüsüdür. Nokta en sağ uca geldiğinde, bir sonraki sinyalle birlikte çevrimi sürdürmek için, hemen sola döner. İlk erken uyarı radarlarında kullanılan bu yöntem, günümüzde de bazı amaçlarla hâlâ kullanılmaktadır.

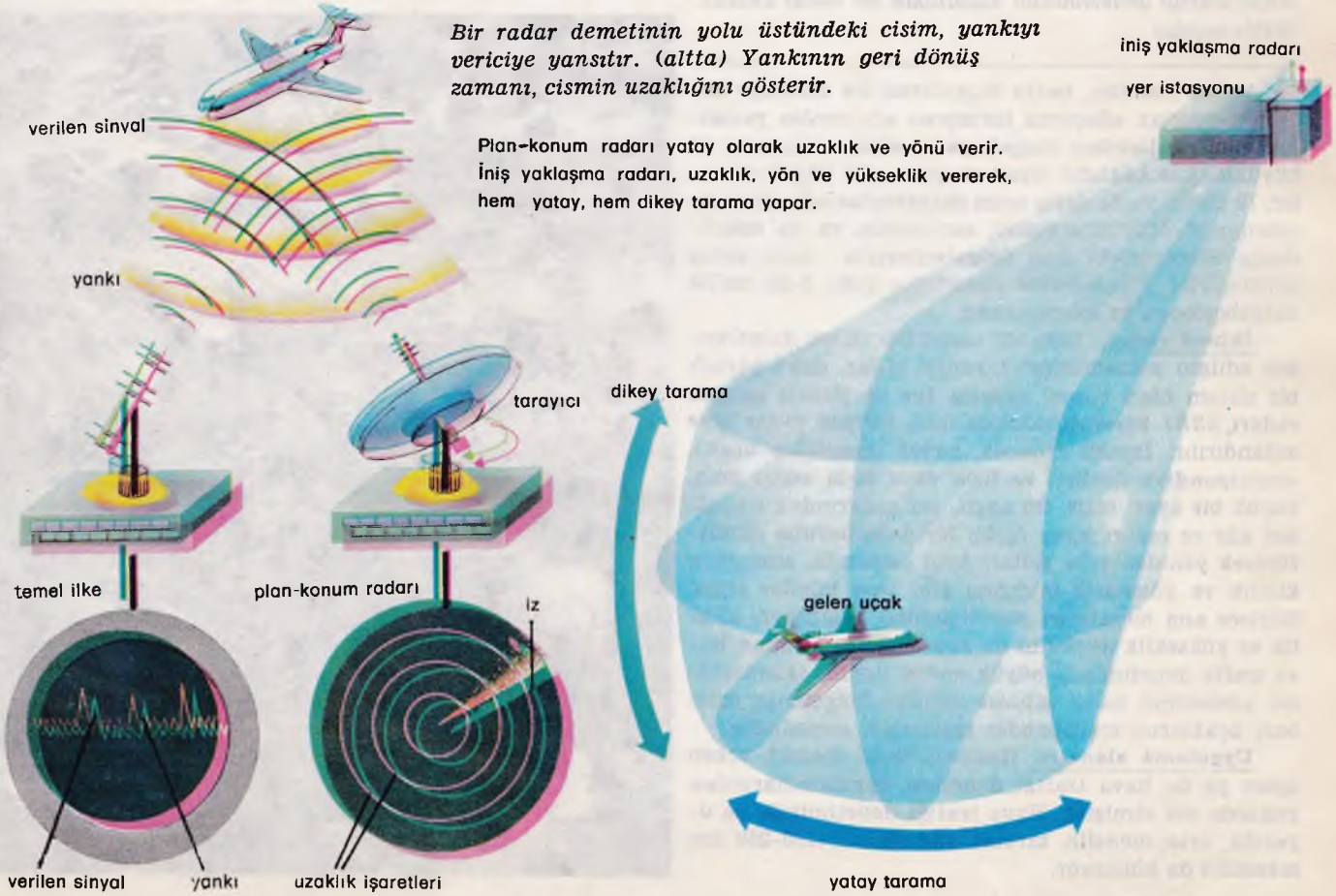
Başka bir düzenlemede, katot ışınlı radar, alınan sinyalde oluşan herhangi bir boşluğun tüp yüzeyinde çok silik bir iz, yankı alınan noktada da çok parlak bir iz oluşacağı biçimde ayarlanır. Tarayıcı izin başlangıcı, ekranın merkeziyle çakışır ve çizgi, tarama anteniyle eşzamanlı olarak döner. Ekranda, radarın çevresindeki bölgenin haritaya benzer bir görüntüsü elde edilir. Parlak noktalar, herhangi bir hedefin uzaklık ve doğrultusunu gösterir. Bu, pek çok radarda kullanılan *PPİ* (plan-konum göstergesi) sistemidir.

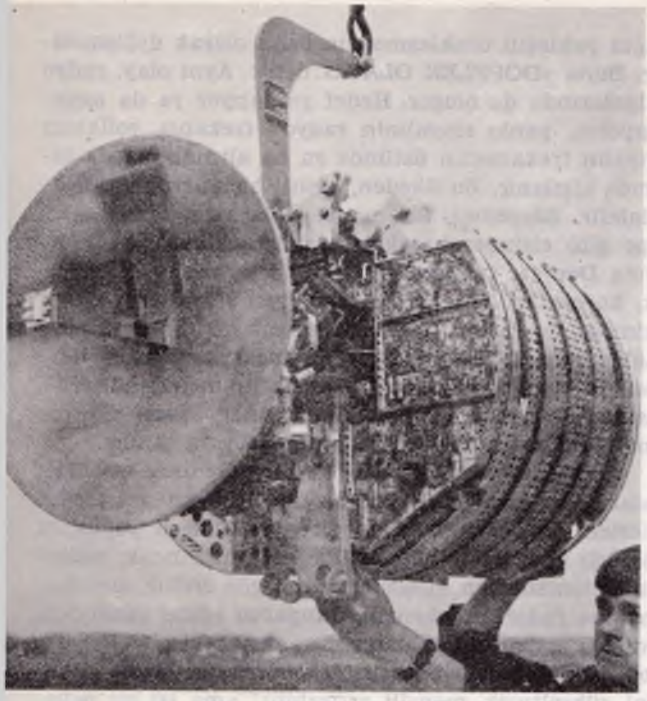
Doppler radarı: Bilinen bir başka ses olayı da, bir gözlemci tarafından duyulan ses perdesinin, kaynağın yaklaşıp uzaklaşmasına bağlı olarak değişmesidir. Buna «DOPPLER OLAYI» denir. Aynı olay, radyo dalgalarında da oluşur. Hedef yaklaşıyor ya da uzaklaşıyorsa, yankı sinyalinin radyo frekansı, yollanan sinyalin frekansının üstünde ya da altında olacak biçimde algılanır. Bu ilkeden, çeşitli biçimlerde yararlanılabilir. Sözgelimi, tarama radarlarında, bina, ağaç, tepe gibi cisimler hareketsiz olduklarından, yankılarında Doppler frekans değişimi göstermezler. Bu özellik, hareketsiz hedeflerden yansıyan sinyallerin atılıp, yalnızca uçak gibi hareketli cisimlerin incelenmesini sağlar. Ayrıca, gökyüzündeki bir uçak, yerden ve ilerden aldığı değişen yankı frekanslarını değerlendirerek, hızını da ölçebilir. Doppler radarından askeri alanda, sözgelimi güdümlü MERMİ'lerde de yararlanılır.

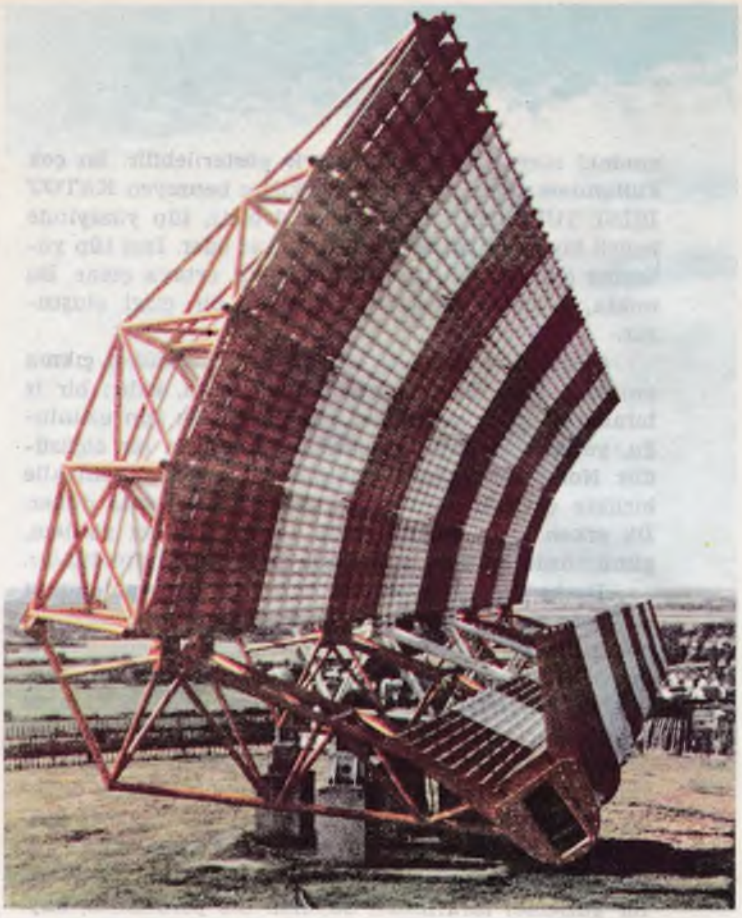
Menzil ve dalgaboyları: Radar dalgaları, ışık dalgaları gibi, uzayda doğru çizgiler boyunca hareket ederler. Ama atmosferde yukarılara doğru yoğunluk azaldığı için, bir miktar eğilme görülür. Ancak, radarlar düzenlenirken atmosfer eğimi göz önüne alınmaz. Tarama radarının menzili, dünyanın eğimi yüzünden, oldukça sınırlı kalmaktadır. Bu, alçaktaki hedefler söz konusu olduğunda önemli bir sakıncadır. Radarın yerini yükseltmek, menzili artırabilir; ama iyi bir belirleme için, sözgelimi alçaktan uçan bir uçağı yakalamak için, radarın bir uçağa takılması gerekir. Bu düzene *Havadan Erken Uyarı Sistemi* ya da *AEW* denir.

Bir radar demetinin yolu üstündeki cisim, yankıyı vericiye yansıtır. (altta) Yankının geri dönüş zamanı, cismin uzaklığını gösterir.

Plan-konum radarı yatay olarak uzaklık ve yönü verir. İniş yaklaşma radarı, uzaklık, yön ve yükseklik vererek, hem yatay, hem dikey tarama yapar.







Uçağın, düşmanın korunma sistemleri tarafından saptanmasını önlemek için alçaktan uçmasını sağlayan bir radar sistemi. (üstte solda)
Hava trafiği denetiminde kullanılan bir radar anteni. (üstte sağda)

Bütün cisimler, radyo dalgalarını bir dereceye kadar yansıtırlar. «*Saçılma katsayısı*» adı verilen yansıtma gücü, kullanılan dalgaboyuna, cismin biçimine ve büyüklüğüne bağlıdır. Uçak ve gemi gibi büyük cisimler, 10 metre ya da daha uzun dalgaboylarında, iyi yansıtıcılardır. Küçük cisimler, santimetre ya da mikrodalga bölgesindeki kısa dalgaboylarıyla daha kolay belirlenirler. Günümüzde radarların çoğu 3-25 cm'lik dalgaboylarını kullanmaktadır.

İkincil radar: Yukarda anlatılan radyo dalgalarının edilgin yansımasına dayanan radar, daha karışık bir sistem olan *ikincil radar*la (ya da ikincil tarama radarı, *SSR)* karıştırılmaması için, *birincil* radar diye adlandırılır. İkincil radarda, hedef (genellikle uçak), «*transponder*» denilen ve hem alıcı, hem verici olan, küçük bir aygıt taşır. Bu aygıt, yer radarından sinyalleri alır ve onları biraz farklı bir dalgaboyuna dönüştürerek yeniden yere yollar. Aynı zamanda, sinyallere kimlik ve yükseklik bildirimi gibi bazı bilgiler ekler. Böylece ana mesafe ve yön ölçümleri yapılırken, kimlik ve yükseklik denetimi de yapılmış olur. Bunun hava trafik denetiminde büyük önemi vardır. Günümüzde, «denetimli hava sahası» denilen bölgelerde uçan bazı uçakların, transponder taşımaları zorunludur.

Uygulama alanları: Radarın, uzun menzil, erken uyarı ya da hava trafiği denetimi uygulamalarından yukarda söz etmiştik. Hava trafiği denetiminde ve uyarıda, orta menzilli tarama radarları (150-250 km menzilli) da kullanılır.

Hava trafiği denetiminin radar ekranı. (üstte solda)

Düşman havan topu konumlarını belirlemede kullanılan bir taşınabilir radar. (üstte sağda)

Uçakta taşınan radarla alınmış bir fotoğraf. (solda) Sinyal uçağın bir tarafından verilmekte, yansıyan sinyallerse, arazinin dikey görünümünü verecek biçimde elektronik olarak kuvvetlendirilip, fotoğraf kağıdı üstüne kaydedilmektedir.

Gemilerde, hem hava saldırılarından korunma amacıyla, hem de görüş koşullarının kötü olduğu durumlarda, tarama radarı kullanılır. Ticari gemilerde, ikinci kullanım çok yaygınlaşmıştır. İzleme radarlarının, uçaksavar silahlarının denetim ve kullanımı ile uzay araştırmalarında önemi büyüktür.

Uçakta taşınan radarın da pek çok yararı vardır. Savaş uçakları tarafından, düşman uçağını belirleyip yok etmede kullanılırlar. Bir çeşit tarama radarı, üstünde bulunduğu bölgenin bir «harita»sını çıkararak, yerdeki hedefleri belirleyebilir. Benzer bir radar çeşidine de, «*bulut ve çarpışma uyarı radarı*» adı verilir. Uçağın önündeki yükseltileri ve büyük fırtınaları haber vererek güvenlik sağlar.

Kara birliklerinde, hareket eden araçları, hattâ 1-2 km içindeki canlıları belirleyen taşınabilir radarlar kullanılmaktadır. Hareketli cisimleri hareketsiz cisimlerden ayırt etmek için, genellikle Doppler ilkesinden yararlanılır. Bu tür bir radar, trafik polisleri tarafından, hız yapan sürücüleri belirlemede de kullanılır. Ayrıca tutukevi gibi yerlere, giriş-çıkışları denetlemek için bazen radarlar takılır.

Radar, KADASTRO'culukta, özellikle ulaşımın zor olduğu arazilerde yararlı olmaktadır. «*Radarlı tellürometre*» adı verilen bir aygıt, mesafeleri tam olarak ölçer. Radarın meteorolojideki kullanım alanlarından biri, yağmur fırtınalarını belirlemektir. Bu, özellikle tropikal fırtınaların saptanmasında önemlidir. Atmosferin üst tabakalarındaki hava hareketlerini ölçmede kullanılan meteoroloji BALON'larını izlemede de radar, önemli bir yer tutar.

Güvenlik: Canlı dokular radyo dalgalarını bir ölçüde soğururlar ve bu, zararlı etkiler doğurabilen bir sıcaklık yükselmesine neden olur. Ama bu etkiyi uyandırabilecek dalgaların genlikleri çok yüksektir. Yalnız-

ca kıtalararası füzeleri belirlemekte kullanılan çok güçlü radarlar, gerçekten tehlikelidir. Normal radarlar, canlı dokular doğrudan anten ışınına uğratılmadıkça zararsızdır.

RADYATÖR Bk. ISITICILAR

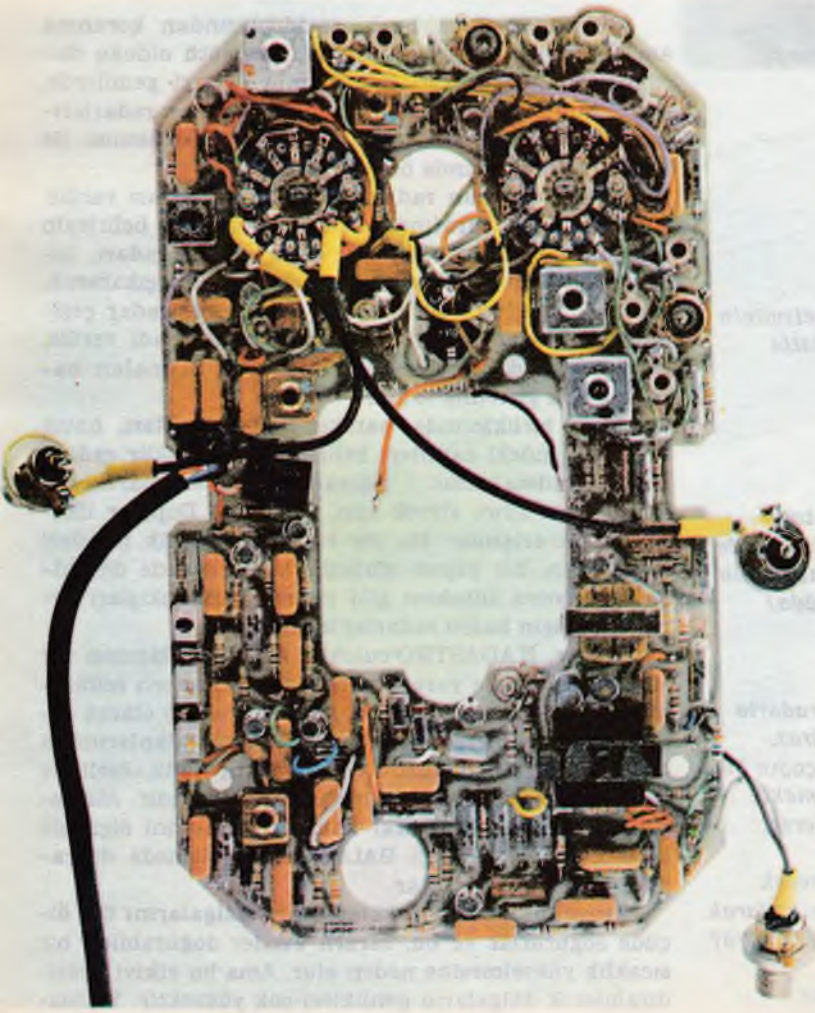
RADYO

Elektromagnetik ışınımın uzayda yayılmasına dayanarak, bilgi alma ya da verme işlevini üstlenen sistemlere «radyo» adı verilir. Uzun mesafelere bilgi aktarımı sağlayan önemli çağdaş tekniklerden biridir.

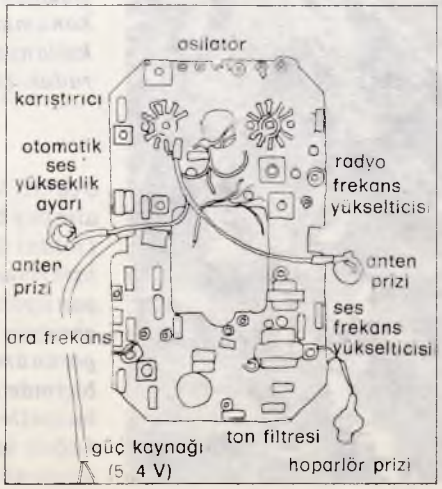
Bir kaynaktan gelen sinyal, büyütüldükten sonra, taşıyıcı bir dalgayı modüle etmede kullanılır ve yeniden yükseltilip yayınlanmak için antene gönderilir. Alıcıdaysa, önce radyo dalgası seçilir (istenmeyen öteki dalgalar filtre edilir); bu dalga demodülasyondan geçer, büyütülür ve hoparlöre gönderilir.

Modülasyon: Radyo dalgaları alınırken, istenilen program ile öteki programları birbirinden ayıracak herhangi bir düzenleme yoksa, alınan yayın çok bozuk olur. Üstelik, belirli bir alan içinde çok sayıda verici varsa ve alınmak istenen program uzakça bir antenden yayınlanıyorsa, sonuç daha da kötüleşir.

Nitelikli renkli TV sinyalleri ya da aynı anda 960 telefon konuşması yayınlayabilen 11 GHz'lik radyo-link. (üstte)



Küçük deniz araçlarında kullanılan, geniş seçimli duyarlı bir alıcı. (solda ve altta) Bu, 160-4 150 kHz arasında çalışan bir süperheterodin alıcısıdır.



Bu sorunun üstesinden gelmek için modülasyon kullanılır. Her verici istasyonun, «*taşıyıcı frekans*» denilen, kendine özgü bir ton yapısı kazanması sağlanır. Böylece, istenilen yayın seçilebilir.

Yayınlanmak istenen sinyal, yayınlanmadan önce, taşıyıcı dalga üstüne bindirilir (bu işleme «*modülasyon*» denir). Alıcı aygıt, taşıyıcı dalga frekansına ayarlanır ve uygun bir elektronik devre yardımıyla taşıyıcı dalga, asıl sinyalden ayrılır (bu işleme, «*demodülasyon*» denir). Demodülasyondan sonra sinyal, yükseltilip hoparlöre gönderilir.

Alıcılarda olduğu gibi, vericilerde de, gerekli işlemler farklı tekniklerle gerçekleştirilebilir. Bir tek verici ya da alıcı sistemde yapılabilecek düzenleme çeşitleri de çoktur. Bu yüzden, burada, sık kullanılan temel düzenlemelere dayanan modülasyon tiplerini inceleyeceğiz.

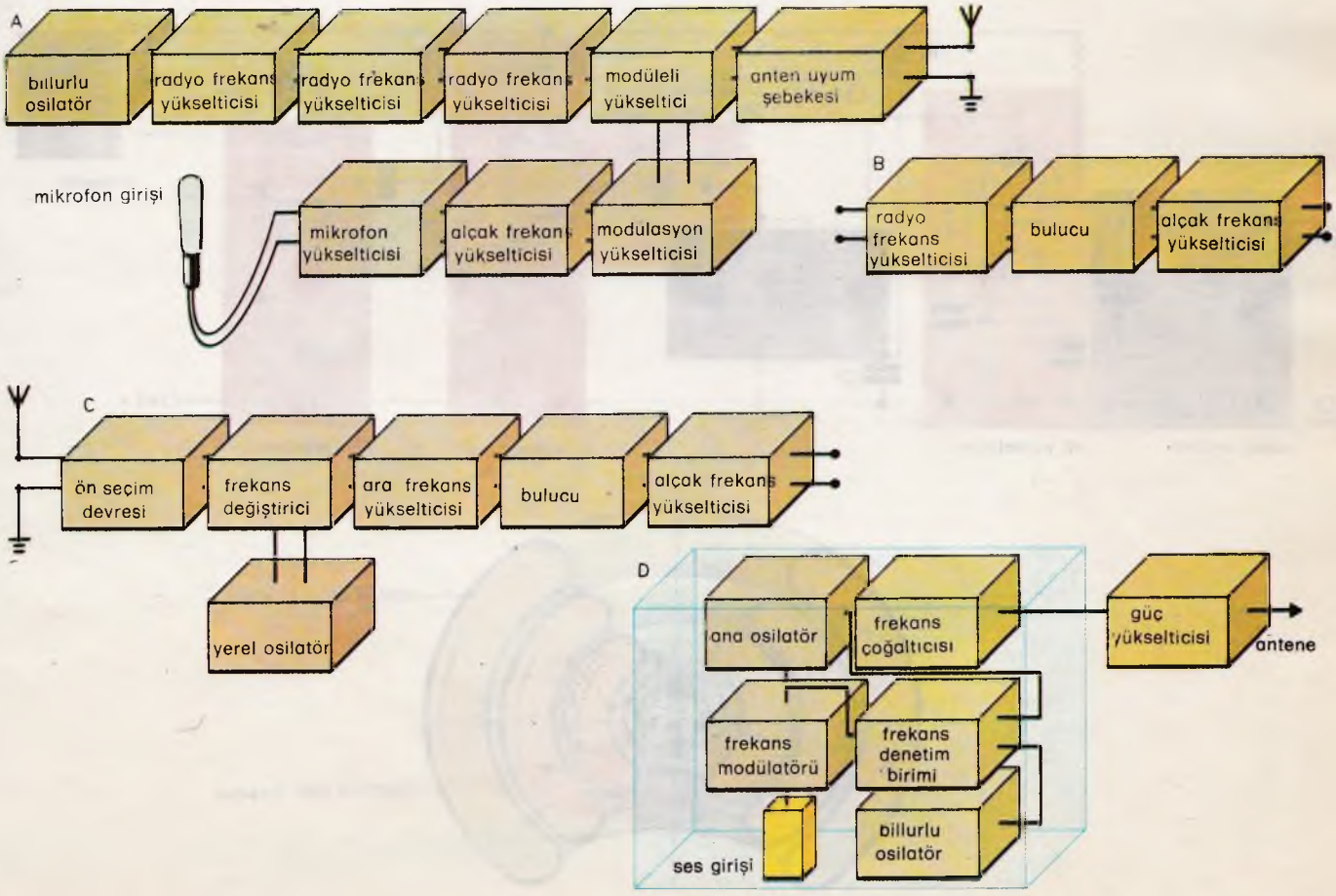
AM radyo vericileri: Genlik modülasyonlu (*AM*) bir verici için ilk koşul, taşıyıcı frekansın değişmez tutulmasıdır. Tersi, alıcıdaki ses niteliğinin bozulmasına ve sesin alçalıp yükselmesine neden olur. Frekansın değişmemesi için, billurlu osilatörlerden yararlanılır. Kullanılan piezoelektrik billurlar arasında, özellikleri en iyi olan kuvarstır. Bu uygulamalarda kullanılan kuvars osilatörler, KUVARS SAATİ'ndekilere benzer. Billurlu osilatorden çıkan gerilim, SİNÜS DALGASI biçimindedir ve seri bağlanmış YÜKSELTİCİ'lerde yükseltilir. Yayın frekansları, uzun dalga ile çok kısa dalga arasında önemli değişiklikler gösterdiğinden (30 kHz'den 30 MHz'e), yükselticilere özel biçimler verilmesi gerekir. Radyo frekanslarına göre çalışan bu aygıtlara «radyo frekans *(RF)* yükselticileri» denir.

Yayınlanacak sinyal, önce alçak frekans *(LF)* yükselticisine, sonra da *modülasyon yükselticisine* girer. Buradan çıkışta, yüksek güçlü taşıyıcı dalganın genliği, gelen sinyalin apansız şiddet değişimlerine göre modüle edilmiş olur. Bu yönteme «*genlik modülasyonu*» adı verilir. Sinyal buradan uyum şebekesine, oradan da antene gönderilir.

Yukarda tanımlanan devre, taşıyıcı dalga ile sinyalin birleştirilmesinden oluşan ve «*DSB*» adı verilen çift yan bant üretir. Genellikle, f_1 frekansında, bir sinüs dalgası, başka bir f_2 frekansıyla çarpıldığı zaman,

---

Çizimde (altta) radyo verici ve alıcılarındaki temel birimler görülmektedir. A ve B, yalın AM verici ve alıcılarıdır. C'de de daha gelişmiş bir AM alıcısı açıklanmaktadır. Bu, süperheterodin bir aygıttır. Bu aygıtta alınan sinyalin taşıyıcı frekansı, frekans değiştiriciyle değiştirilir ve değişmez akort devresinin frekansına uyacak bir biçime sokulur. D'de bir FM vericisi görülmektedir. Burada taşıyıcı frekansı, konuşma sinyalinin genliğine göre değiştirilmektedir.



ortaya (f_1+f_2) ve (f_1-f_2)'yi içeren bir dalga biçimi çıkar. Sinyal bir frekans aralığı içerdiğinde, *AM* sinyali, taşıyıcı frekansın iki tarafında oluşur. Sözgelimi, sinyal frekansı 4 kHz, taşıyıcı dalga frekansı 100 kHz'se, *AM* sinyalinin toplam frekans bant genişliği, 100 kHz'in iki yanında yeralan 8 kHz'dir. Başka bir deyişle, bütün kalınlık, 96 kHz ile 104 kHz arasında değişir. 100 kHz'in iki tarafında kalan bu bölümlere *«yan bant»* adı verilir.

Bu durumda asıl sinyal, birbirinden farklı iki yan banda gönderilmiş olmaktadır. Ayrıca, yayının bant genişliği, olması gerekenin iki katıdır. Özellikle radyo tayfının kalabalık olduğu aralıklarda (genellikle *LF* ve *VHF* arası) bu durum, gereksiz yere yayın ortamında yer kaplanmasına neden olur.

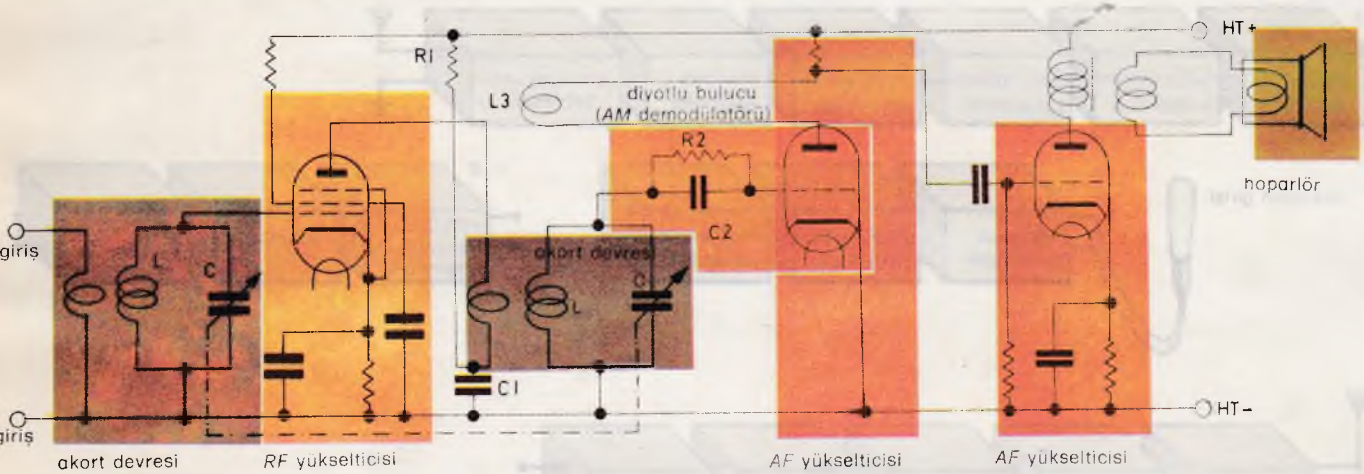
Bu yüzden bazı durumlarda, yan bantlardan biri filtre edilerek, yalnızca öteki yan bant *SSB* halinde yayınlanır. Filtre edilmiş sinyal bandı yerine başka bir sinyal bindirilerek, bir tek taşıyıcı ile iki değişik sinyal iletilebilir. Bu tip uygulamalara, uzaktan denetimli aygıtlarda ve stereo yayınlarda raslanılır.

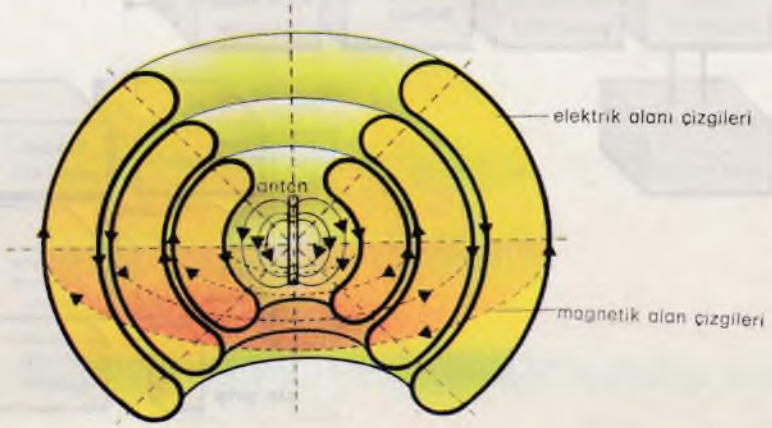
AM alıcıları: Alıcı, yayın tayfı içinden herhangi birini seçebilmeli, yani özel bir taşıyıcı dalga ile bunun yan bantlarını algılayıp, ötekileri filtre etmelidir.

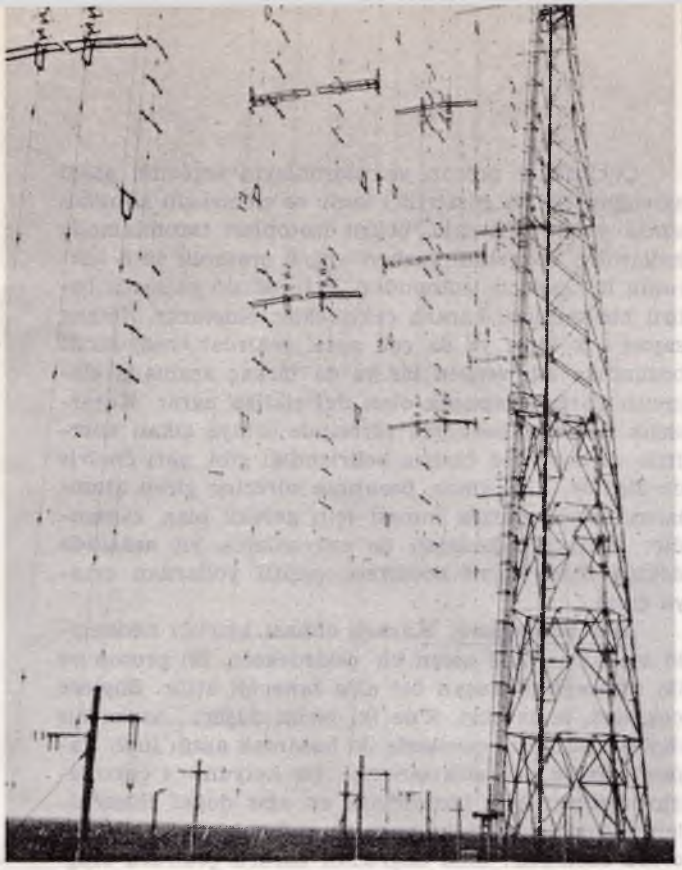
Asıl sinyalin taşıyıcı dalgadan çözülmesinden önce, genellikle, alıcı antenden gelen bileşik sinyal yükseltilir. Bundan sonra, bulucu devresiyle sinyal demodüle edilir ve taşıyıcıdan ayrılmış olarak, bir *LF* yükselticiyle yükseltilir. Frekans seçimi, demodülasyon işleminden önce, ön yükseltici aşamasında gerçekleştirilir. Bunun için, rezonans frekansı bir kondansatörle değiştirilebilen, rezonans devresi kullanılır.

Özellikle yayın tayfının düşük frekans aralığı çok kalabalık olduğundan, nitelikli ses almada, seçim işini düzenleyen akort devresinin önemi büyüktür. Bazı sistemlerde, iki ya da daha çok sayıda rezonans devresi, yükseltme aşamasında birbirine bağlanır. Bunlar, tek tek değişken kondansatörle akort edilirler ve kolaylık sağlamak için, ortak bir düğmeye bağlanırlar.

Çeşitli bileşenlerin işlevini gösteren yalın AM *alıcısının devre çizimi. (altta) Anten den gelen giriş trafoyla bağlanır. Bu da birinci akort aşamasına geçer. Akort, istenmeyen yayınları yok eder. Kabul edilen sinyal,* RF *yükselticisine, oradan da ikinci akort aşamasına geçer. Böylece, sinyal, bir diyot bulucusunda demodüle edilecek kadar büyütülür. Bulucu, gelen sinyali daha da yükseltip, hoparlöre gönderir. Alttaki çizimde, antenden çıkan elektrik ve magnetik alanlar görülmektedir. Bunlar her noktada birbirine diktir.*







Marconi yüksek frekans (HF: 3 ile 30 MHz arası) perde tipi şebeke. (üstte)

Çok kullanılan başka bir yöntem de, istenen frekansın kaba bir seçimini yapıp, bunu, «*ara frekans*» denilen ayrı bir frekans tayfı bölümüne göndermektir. Bu amaçla, iki sinüs dalgası, vuru üretecek biçimde birleştirilir. Bu tip alıcılara «*süperheterodin*» adı verilir. Süperheterodin ilkesinde, devreyi taşıyıcı dalgaya akort etmek yerine, taşıyıcı dalga, frekansı değişmez bir devreye uyacak biçimde değiştirilir. Bu uygulamalarda, akort edilmiş devreler, en iyi özelliklere göre düzenlenirler. Filtrelenmiş sinyal, ara frekans *(İF)* yükselticisine, oradan da bulucuya gönderilir.

Ses bozukluğu, gürültü ve FM: Yalın radyo ilkelerinin, *LF*, *İF* ve *RF* yükselticileri, akort edilmiş devreler, bulucular gibi karmaşık düzenlemelere dönüştürülmesindeki temel amaç, taşıyıcı dalga ile sinyali, en iyi biçimde algılayıp ayırt etmektir. Sözgelimi, alçak ve yüksek frekansları aynı nitelikte yükseltebilecek bir yükseltici yapmak olanaksızdır. Yükselticinin, bunlardan birine göre düzenlenmesi gerekir.

Elektrik devreleri ile hoparlörlerde üstünde durulması gerekli etmenler, ses bozukluğu (distorsiyon) ve gürültüdür. Ses bozukluğu, yükselticinin doğrusal çalışmaması nedeniyle ortaya çıkar. Sözgelimi, 10 voltluk bir sinyal 20 V'a yükseltilir, 20 voltluk sinyal de 35 V'a çıkarılırsa, bütün giriş sinyalleri için kazanç aynı olmayacağından, ses bozulur.

Gürültü, istenmeyen sinyallerin tümüdür (Bk. GÜRÜLTÜ ÖLÇÜMÜ). Elektrikli makinaların ya da çok sık kurulmuş verici istasyonların yarattığı girişim etkisi nedeniyle ortaya çıkar. *AM* sistemleri, gürültü etkisine karşı, FREKANS MODÜLASYONU *(FM)* sistemleri kadar dayanıklı değildir. *FM*'lerde sinyal, genlik taşıyıcı değişmez frekansa bindirilmez; bunun yerine, taşıyıcı frekansı, sinyal değerine uygun biçimde, kendi frekansından sapacak özellikte düzenlenir. *FM* sinyaline karışacak herhangi bir gürültü, genliği etkiler. Ama frekansı etkilemediğinden, sinyal, değişikliğe uğramadan yayılır. *FM*'nin önemli olumsuzluklarından biri de, verilen sinyali yaymak için, *AM*'ye oranla çok daha büyük bir frekans bant kalınlığına gereksinimi olmasıdır. *VHF* ve *UHF* içinse bu bant daha da geniştir.

Antenler ve uyum şebekeleri: Bir havuza bir taş atıldığında dalgalar, eşmerkezli biçimde, dışa doğru yayılırlar. Bir iletkenden alternatif akım geçtiğinde de, benzer bir olay ortaya çıkar. Ancak, dalgalar elektromagnetik yapıdadır (Bk. ELEKTROMAGNETİZMA). Burada, iletken görevini anten, alternatif akım görevini de yükselticiden çıkan *AM* ya da *FM* sinyalleri görür.

Düz bir anten kullanıldığında oluşan dalgacıkları gözle görmek olanaklı olsaydı, sürekli kabaran mayalı hamura benzer bir görüntü izlenirdi. Bu tür bir antene, «yönlendirilmemiş anten» denir. Dikkatli bir anten düzeni yapılırsa ve mikrodalgalar kullanılırsa, radyo dalgaları yönlendirilebilir.

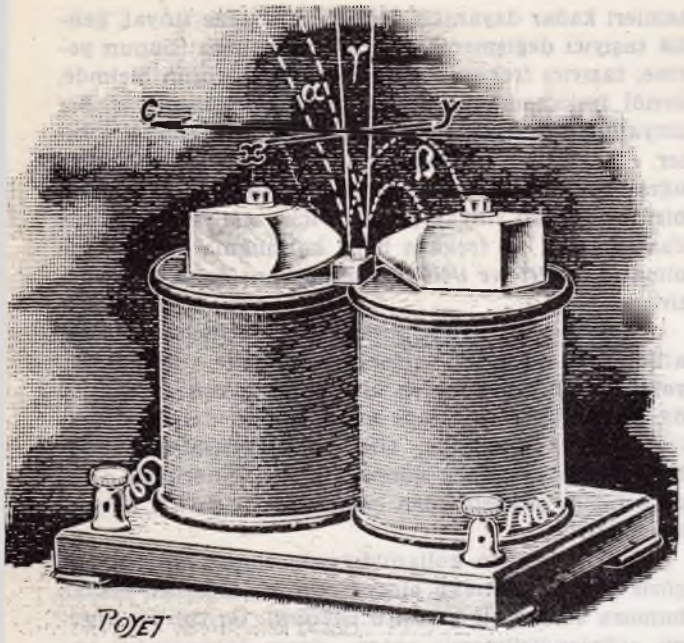
Bir antenle yayınlanabilecek en üst güç, uyum şebekeleriyle elde edilir. Bunun ilkesi şöyle açıklanabilir: Bir bataryanın 8 ohm'luk bir iç direnci varsa, bataryanın dış devreye en büyük gücü vermesi için, kutupları arasına 8 ohm'luk bir direnç bağlanmalıdır. Bataryadan dış devreye en iyi biçimde güç aktarılması için, dirençler arasında uyum sağlamak gerekir. Benzer bir durum, alternatif akımlar için de geçerlidir. Ama bunlarda, dengelenmesi gereken değer, empedanstır.

Bir güç kaynağına *(RF* yükselticisi gibi) göre, antenin belirli bir empedansı vardır. Bu empedans, yükselticinin çıkış empedansına uydurulmalıdır. Bu işlevi, uyum şebekeleri yerine getirir. Sistem içindeki herhangi bir noktadan güç aktarma ne kadar iyi olursa, son sinyalin niteliği de o kadar iyi olur. Dolayısıyle, hem yükselticiden yükselticiye, hem de yükselticiden antene bağlantı birimlerinde uyum tekniklerinin önemi büyüktür.

Alıcı anten, verici antenin tersi yönde işlem görür. Alıcı antende, gelen sinyalin şiddetine göre indüklenen gerilim ve akımlar oluşur. Bunun da belirli bir empedansı vardır ve en üst güç aktarımı için, alıcı giriş devresiyle uyum içinde olması gerekir.

RADYOAKTİFLİK

Radyoaktiflik (ya da ışıletkinlik), atom çekirdeklerı kararlı olmayan bazı kimyasal ELEMENT'lerin bir özelliğidir. Bu çekirdekler, *radyoaktif bozunma* yoluyla, ışınım (radyasyon) denilen bir enerji boşalımı biçiminde iç değişiklik gösterir ve kararlı duruma geçerler. Açığa çıkan enerji, aynı miktarda maddeden kimyasal tepkimeyle ortaya çıkan enerjiden çok daha fazladır.



Curie'lerin laboratuvarlarında kullandıkları elektromıknatıs. Resimde (üstte) mıknatısın kutupları arasına yerleştirilmiş bir radyum parçasından çıkan alfa (α), beta (β) ve gama (γ) ışınımlarının yolları görülmektedir.

Radyoaktiflik, 1897'de Fransız kimyacı BECQUEREL tarafından, flüoresans çalışmaları sırasında bulundu. Siyah kağıda sarılı ışık görmemiş fotoğraf plakası, ağır URANYUM elementinin alaşımlarına değdirilince, tıpkı ışığa ya da morötesi ışınlarına (ya da Röntgen'in bulduğu *X* ışınlarına) tutulmuş gibi etkileniyordu: Bu olay Becquerel'e, uranyumdan yayılan bir çeşit ışınımın, fotoğraf plakasına ulaşarak onu etkilediğini düşündürdü. Becquerel ile CURİE'ler, Joliot, Soddy, Rutherford, Chadwick ve Geiger gibi kimyacıların araştırmaları, bazı ağır kimyasal elementlerin kararlı olmadığını ve ışınım yaydığını ortaya koydu. Bu tür maddelerin karmaşık, ama belirli yollarla, kararlı elementlere dönüştükleri gözlendi. İlk kez rastlanılan bu olaya «*radyoaktiflik*», değişme sürecine de «*radyoaktif bozunma*» adı verildi.

Atom çekirdeği: Atom çekirdeğinde, PROTON VE NÖTRON adı verilen iki tür tanecik bulunur. Her proton, bir tek artı yük taşır. Bunlar, eşit miktarda eksi yüklü yörünge ELEKTRON'larını atoma bağlarlar ve sayıları, atomun kimyasal özelliklerini oluşturur. Bu sayıya, «*atom numarası*» denir (Bk. PERYODİK ÇİZELGE); simgesi '*Z*' harfidir. *Z*, hidrojen ve İZOTOP'ları olan döteryum ve trityum için 1'den başlar, uranyumda 92'ye ulaşır. Atom numarası, element adları yerine de kullanılabilir. Nötronlar elektrik yükü taşımaz ve atomun kimyasal özelliklerini etkilemezler. Nötron sayıları, hidrojende sıfırdan (iki izotopunda sırayla bir ve ikidir) başlar, en ağır doğal uranyum izotopunda 146'ya ulaşır.

Çekirdekte proton ve nötronların toplamı, atom ağırlığını (*M*'yle gösterilir) verir ve elementin adından sonra yazılır. Bu sayı, belirli izotopları tanımlamada kullanılır: Sözgelimi karbon –14, 6 protonlu ve 8 nötronlu bir karbon izotopudur. *Z* ve *M*'nin yalnızca belirli birleşimleri, kararlı çekirdekler oluşturur. Nötron sayısı çok fazla ya da çok azsa, çekirdek,«radyoaktif bozunma» adı verilen bir ya da birkaç aşamada elementi kararlı yapacak olan değişikliğe uğrar. Kararsızlık derecesi, bozunma sürecinde ortaya çıkan enerjiyle ve bozunma hızıyla belirlendiği gibi, *yarı ömür*le de ölçülür. Yarı ömür, bozunma sürecine giren atomların, sayıca yarıya inmesi için gerekli olan zamandır; saniyenin kesirleri ile milyonlarca yıl arasında değişir. Radyoaktif bozunma, çeşitli yollardan ortaya çıkar.

Alfa bozunması: Kararlı olması, ağırlığı nedeniyle olanaksız hale gelen bir çekirdekten, iki proton ve iki nötrondan oluşan bir *alfa taneciği* atılır. Böylece çekirdek, *M*'de dört, *Z*'de iki birim düşer; başka bir deyişle, peryodik çizelgede iki basamak aşağı iner. Yapısal olarak, bir alfa taneciği, bir helyum–4 çekirdeğine benzer. Alfa bozunması, en ağır doğal elementlerde (uranyum, polonyum ve radyum gibi) görülen ortak özelliktir; ama doğrudan kararlı çekirdek oluşturmaz. Önce, bozunmaya uğrayan ara izotoplar oluşur.

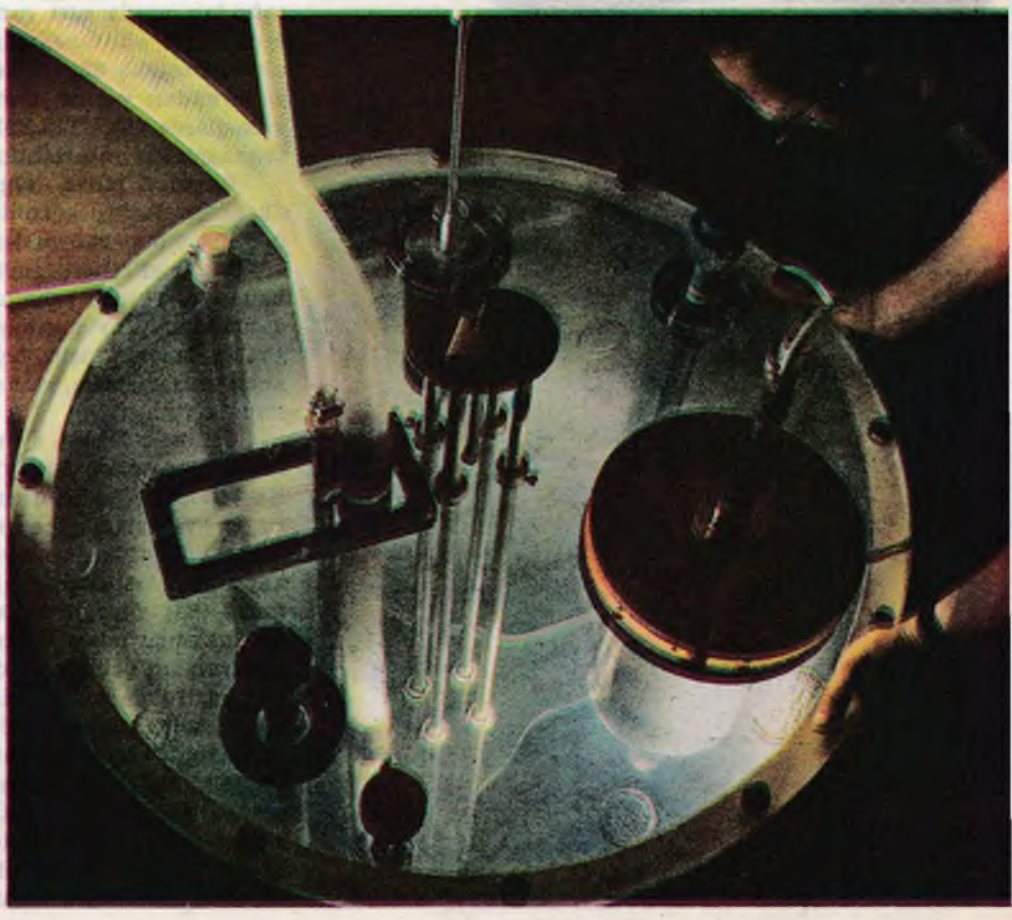
Alfa taneciklerinin beş milyon *elektron volt*a kadar (atom taneciklerinin *eV* olarak kısaltılan ortak enerji birimi; Bk. TANECİK HIZLANDIRICILARI) yükselebilen enerjileri vardır. Ama kütleleri çok büyük olduğundan, yalnızca birkaç santimetre kalınlığında havadan geçebilirler ve bir kağıt tabakası ya da insan derisinin dış yüzeyi tarafından durdurulurlar. Bu nedenle alfa tanecikleri, ancak yaralardan ya da tozla birlikte girdiklerinde, bedende ciddi zararlara yolaçabilirler. Günümüzde radyum gibi doğal olarak alfa tanecikleri salan maddelerin, kullanım alanı sınırlıdır. Yapay radyoizotoplar daha çok kullanılır. Uranyum ve yan ürünü olan plütonyum (alfa tanecikleri saçan başka bir madde) bölünebilir (Bk. FİZYON) maddelerdir. Dolayısıyle, nükleer enerji üretiminde çok önemli bir yerleri vardır (Bk. NÜKLEER REAKTÖR).

Beta bozunması: Çok nötronlu bir çekirdekte, çekirdekten çıkan bir nötron, bir proton ile bir elektrona dönüşür. Bu biçimde çıkan elektrona «*beta taneciği*» denir. Çekirdek, fazladan bir artı yükle kaldığından, *Z* bir birim artarak peryodik çizelgede bir basamak yukarıya yerleşir. Beta taneciklerinin 0,02 *MeV*'tan (milyon elektron volt) 5,3 *MeV*'a kadar değişen enerjileri vardır. Birkaç metre kalınlığındaki hava tabakasından, birkaç santimetrelik dokudan ya da birkaç milimetrelik metal ve plastikten geçebilirler. Beden içinde uzun süre yayıldıklarında ciddî zararlara ya da yüzey yanıklarına neden olabilirler. Beta bozunması, yapay izotoplar ve doğal radyoaktif alfa bozunması ürünleri içinde, en yaygınıdır. Tanecik hızlandırıcılarında yapılan ve nükleer reaktörlerde bölünme ürünlerinden ayrılan yapay izotopların bazıları, az sayıda nötron içerir. Bu bozunmalar *pozitron* (artı yüklü elektron) salarak oluşur. Bunlar da normal elektronlarla etkileşip, γ ışını biçiminde 0,51 MeV'lık bir yok olma ışını salarlar. Pozitron saçan izotoplar (sözgelimi, teknetyum – 147) daha çok tıpta kullanılır.

Gama ışını: Gama ışını, beta bozunması çekirdeğe yeterli kararlılık kazandıramadığı zaman salınır. Doğal ve yapay alfa ve beta tanecikleri salan izotopların çoğu, GAMA IŞINLARI da salarlar. Gama ışını, *X* ışınları gibi, enerjisi 0,15-2,5 MeV arasında olan bir çeşit elektromagnetik ışınımdır. Kendi enerjisine ve soğurucu maddenin yoğunluğuna bağlı olarak, madde-

Gama ışınımı yanıklarına uğramış iki Japon balıkçı. (altta solda) Bikini takımadalarında yapılan bir atom bombası denemesi sırasında, kazayla ışınımdan etkilenmişlerdir.

Etkinlik çözümlemesinde kullanılan bir kaliforniyum - 252 aygıtı. (altta sağda)



den geçerken enerji yitirir. Gama ışınları, alfa ve beta tanecikleri gibi durdurulamazlar. Yüksek enerjili gama ışınımı kaynaklarından korunmak için, 5-25 cm kalınlığında kurşun ya da 3 metre kalınlığında beton gerekir. Aşırı miktarda gama ışınımı, bedende rahatsızlıklara yolaçar, ama radyoaktiflik doğurmaz.

Radyoaktif bozunma türlerinden biri de, çekirdekteki yeni bir düzenlemenin *X* ışını salınımına yolaçtığı bir *iç dönüşme*dir. Çok protonlu bir çekirdek, aynı atomun iç yörüngelerinden birinden bir elektron alarak, bir protonu nötrona dönüştürür ve *X* ışını salıp, peryodik çizelgede bir basamak alta iner. Buna «*elektron yakalanması*» denir. Alfa taneciği salan uranyum – 235 ve uranyum – 238'in çekirdekleri, nükleer fizyonla hemen bozunur. Böylece, serbest nötronlar ile bir çift fizyon ürünü çekirdek oluşur. Bir yapay radyoizotop olan kaliforniyum – 252 de hemen bölünerek bozunur ve yararlı bir nötron kaynağı oluşturur. Bazı fizyon ürünü izotoplar, özellikle iyot – 122, oluşumlarından sonra gecikmiş bir nötron salarak bozunur ve reaktörlerin denetiminde önemli rol oynarlar.

Bozunma biçimleri, yarı ömürler ve salım enerjileri (alfa ve beta taneciklerinin en büyük enerjileri), izotopların temel özellikleridir. Bu özellikler, salıcıların tanınmasında ve ölçülmesinde kullanılır.

Saydam bir ortama giren yüksek enerjili beta tanecikleri, ışık üretirler. (altta) Olay, 1934'te Cerenkov tarafından farkedilmiş ve «Cerenkov ışınımı» diye adlandırılmıştır. Bu tür ışıklar, atom taneciklerinin belirlenmesinde kullanılır.

RADYOİZOTOPLA YAŞ SAPTAMA Bk. **ARKEOLOJİ TEKNİKLERİ**

RADYOTELEFON Bk. **TELSİZ TELEFON**

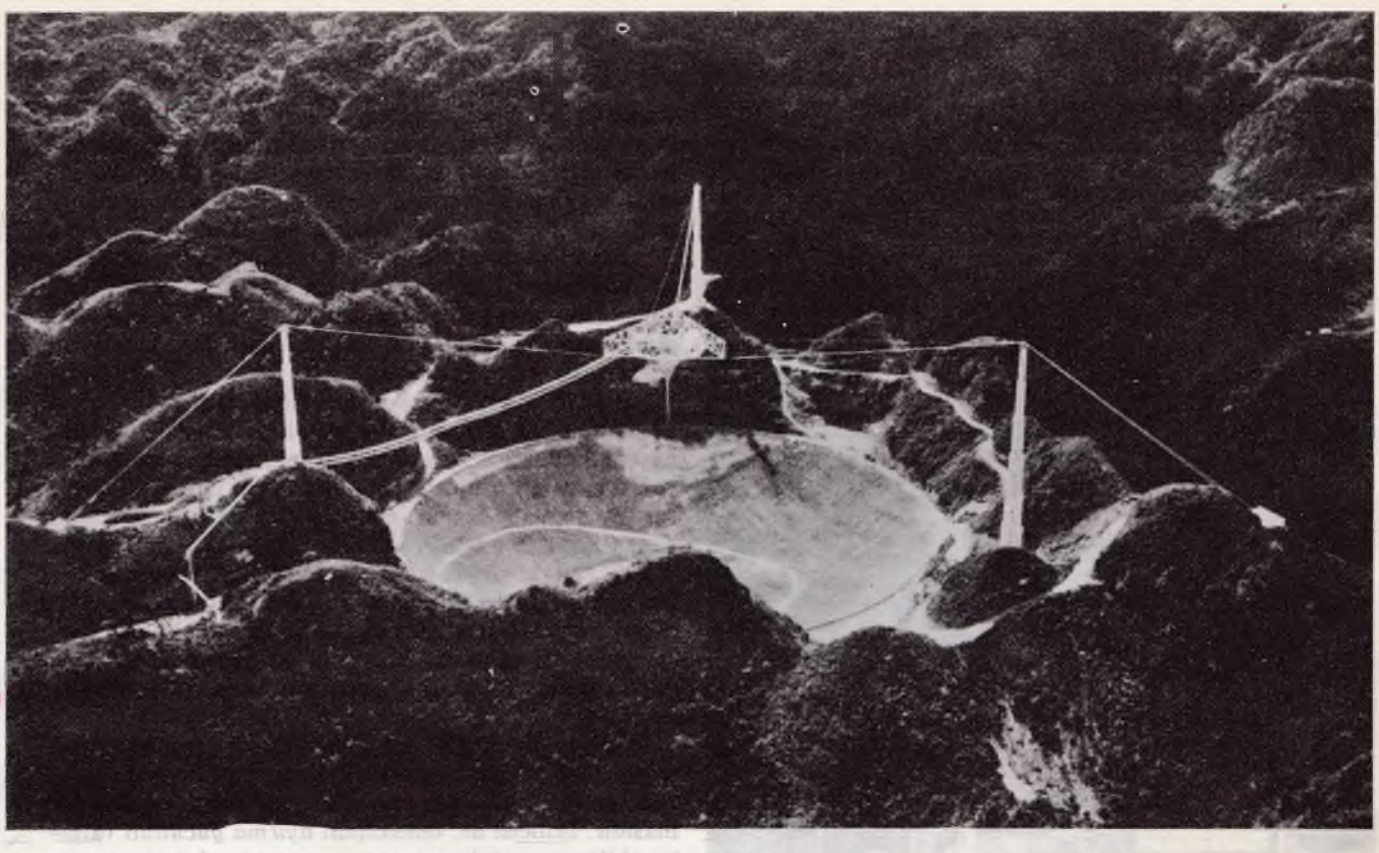
RADYOTELESKOP

Gök cisimleri yalnızca görünür ışık yaymazlar, GAMA IŞINLARI'ndan radyo dalgalarına kadar, değişik dalgaboylarında ELEKTROMAGNETİK IŞINIM da üretirler. Bunlardan yalnızca ışık ve radyo dalgaları yeryüzüne ulaşır. Radyo dalgalarından daha uzun dalgaboyları, atmosferin üst tabakası (iyonosfer) tarafından uzaya geri yansıtılır. Öteki dalgaboylarıysa, atmosferin alt tabakaları tarafından soğurulur. Bu yüzden, toprak düzeyinde gökbilim gözlemleri, iki dalgaboyundan yapılır. Bunların birincisinden optik teleskoplarda (Bk. TELESKOP), ikincisinden de radyoteleskoplarda yararlanılır.

Uzaydan radyo dalgası olarak alınan enerji, çok düşüktür. Radyo gökbilimi çalışmalarının ilk gününden bu yana, radyoteleskopların topladıkları toplam enerji, bir el feneri lambasını saniyenin milyonda biri kadar bir sürede yakmak için gereken enerjiden çok daha azdır. Yayın istasyonlarının neden olacağı girişimleri önlemek için, belli radyo frekansları, uluslararası anlaşmalarla, yalnızca radyo gökbilimin kullanımına ayrılmıştır.

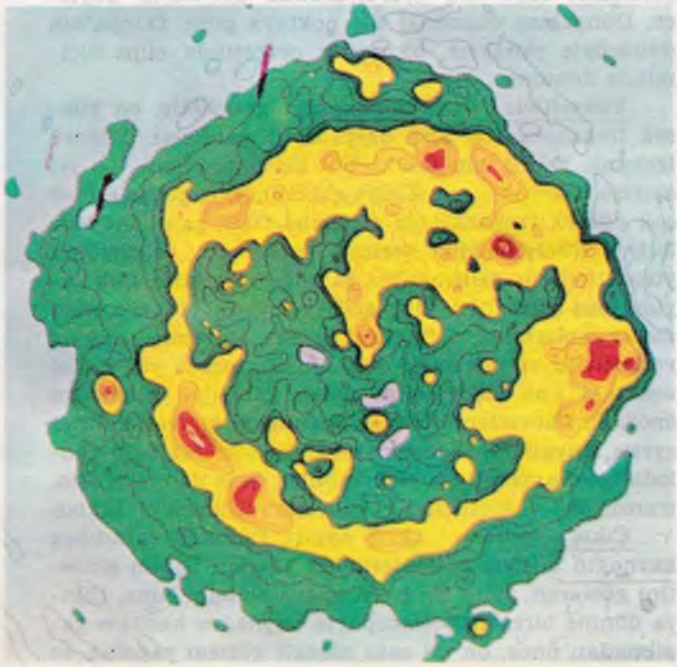
Tarihçe: Dünya dışındaki radyo dalgaları, ilk olarak 1932'de New Jersey'de, raslantı sonucu bulundu. Kari Jansky, yıldırım ışınımının geliş yönünü araştırırken, yıldızlara göre değişmez bir konumda olan ve Dünya döndükçe dönüyormuş gibi görünen girişim kaynağını («statik») buldu. Işınım kaynağı, gökadamızın (Samanyolu) merkezinde yeralan Yay takımyıldızı yakınlarındaydı. Amerikalı Grote Reber tarafından yapılan çalışmalar da, bütün Samanyolu'nun birkaç metre dalgaboyunda ışınım yaydığını gösterdi. Reber, gökyüzünün değişik bölgelerindeki ışınım yoğunluğunu gösteren kontur haritaları yayınladı (bunlar, bildiğimiz haritaların benzeridir; yalnızca, dağlar yerine, yoğunluk yükseklikleri gösterilmiştir). Bu haritalardan günümüzde de, radyo gökbilimi sonuçlarını göstermek için yararlanılmaktadır.

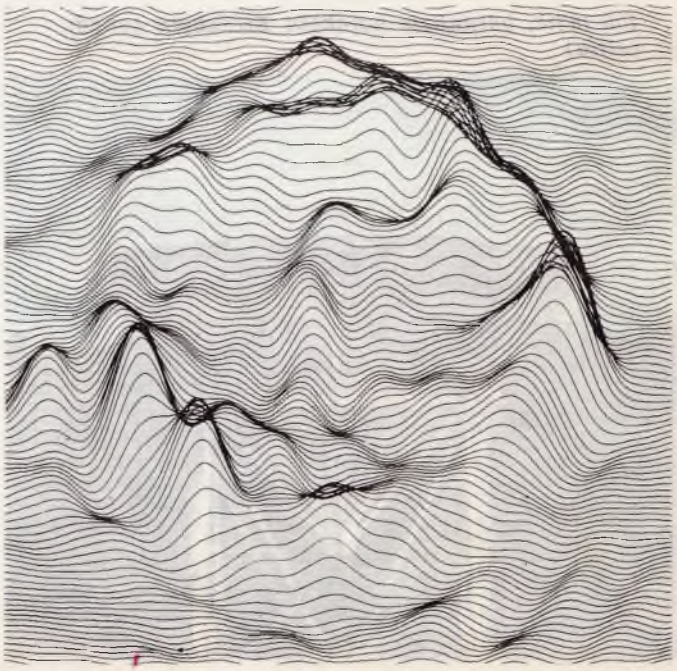
Reber'in araştırmaları üstüne çalışmaya başlayan



Hollandalı Hendrick van de Hulst, nötr hidrojen *H I*'in (uzayda hidrojen,nötr *H I* ve iyonlaşmış *H II* biçimindedir) belli bir dalgaboyunda(21,1 cm) ışınım yayacağını düşündü.*H I* çizgisi, biraz değişen bir dalgaboyu aralığında ışınım yaparsa, bu ışınımı yayan hidrojen bulutunun, Dünya'dan uzaklaşıp uzaklaşmadığı anlaşılır. Bu, dalgaboyunun DOPPLER OLAYI'yla değişmesinden ileri gelir. Aynı olay ses dalgalarına uygulandığında, sözgelimi hızla hareket eden bir tren söz konusu olduğunda, düdük sesinin dinleyiciden

300 m'lik Arecibo çanağının havadan çekilmiş fotoğrafı. (üstte) Çanak, tel örgüden yapılmıştır. Örgü, ağ büyüklüğünden daha büyük olan radyo dalgalarını yansıtır. Anten, çanağın ortasındaki kafesin içindedir. Vinçle hareket ettirilerek, göğün değişik bölümlerine yönlendirilebilir.
Aynı verinin iki ayrı yolla sunuluşu. (alttaki iki resim) Solda, en kuvvetli yayınımı kırmızı olan bir patlamış yıldızın kontur haritası görülmektedir. Sağdaki, aynı cismin kesit haritasıdır.





Cambridge'deki 5 km'lik girişimölçeri oluşturan 13 m'lik sekiz aygıttan beşi. (üstte) En gerideki üç çanak, özel olarak yapılmış bir yol üstünde hareket ettirilebilir.

100 m'lik, bütünüyle hareketli Effelsberg çanağı. (altta)

uzaklaşırken gittikçe değiştiği görülür. Dalgaboyundaki değişiklik, doğrudan doğruya hidrojen bulutunun hızını verir. Jansky ve Reber tarafından incelenen sürekli ışınımdan oldukça farklı olan *H II* tayfölçümü, radyo gökbiliminin çok önemli bir dalıdır.

Bütün radyoteleskoplar üç bölümden oluşur: Radyo dalgalarını toplayıp, elektrik çıkışına çeviren ANTEN; antenden gelen zayıf sinyali yükselten *yükseltici;* sinyali magnetik ve kağıt bantlara depolayan ya da gösteren *çıkış aygıtı.*

Anten: Radyoteleskop antenleri, çeşitli biçimlerde olabilir. En yalını, geniş bir alana yayılan, birbirine bağlanmış çok sayıda ikikutuplu antenden(televizyon anteni gibi) oluşur. Bununla birlikte, en tanınmış tür, radyo dalgalarının çukur metal çanağın odağına yansıtılarak, bir tek ikikutuplu tarafından algılandığı, büyük çanak antenlerdir. Arecibo'daki (Porto Riko) bir çukura yerleştirilen ve yalnızca tam tepesinden geçen kaynakları algılayan 300 m çapındaki hareketsiz çanak sayılmazsa, dünyanın en büyük döndürülebilen çanağı (100 m çapında) Batı Almanya'da Effelsberg'dedir.

Antenlerin büyük toplama yüzeyli yapılmalarının iki nedeni vardır. Birincisi, büyük bir antenin, kaynaktan daha çok güç topladığı için daha duyarlı olmasıdır. İkincisi de, teleskopun *ayırma gücü*nün (algılanabilen en ufak ayrıntı), ışınımın dalgaboyunun teleskop çapına oranına bağlı olmasıdır. Radyo dalgaları ışık dalgalarından çok daha uzun oldukları için, radyoteleskopun ayırma gücünü, büyük bir optik teleskop düzeyine çıkarmak, ancak birkaç km çapında yapılmasıyla gerçekleştirilebilir. Böylesine büyük bir çanağın yapılması olanaksızdır. Bu yüzden, büyük bir çanağın kaplayacağı alana eşit bir alanı kaplayan çok sayıda küçük anten, çıkışlarından, elektriksel olarak birleştirilir. Bu amaca yönelik en yalın düzenleme, çanakları doğu-batı doğrultusunda dizmektir. Böylece, Dünya'nın dışındaki bir noktaya göre, Dünya'nın dönüşüyle çanaklar, birbirinin çevresinde elips biçiminde dönerler.

Yükseltici: Radyoteleskoplar genellikle, en yüksek frekansta (en kısa dalgaboyu) çalışırlar. Yüksek frekans, belirli büyüklükteki bir anten için, en iyi ayırma gücünü verir. Radyo gökbiliminin gelişmesi ve çok yüksek frekanslarda (frekans, *GHz*, yani saniyede milyar düzeyindedir) verimli çalışması, elektronik yükselticilerin gelişmesiyle yakından ilgilidir. Çok sayıda özel yükseltici türü geliştirilmiştir (bazılarında *mazer* kullanılır). Bunlardan biri, antenin odağına yerleştirilir ve çok zayıf olan sinyal, birkaç yüz metre uzaktaki ana yükselticiye giden kablodan geçmeden önce, ön kuvvetlendirmeye uğratılır. Ön kuvvetlendirici, ayrıca, sinyali daha düşük frekansa çevirerek, hem kabloda zayıflamasını bir ölçüde önler, hem de öteki uçta, transistör yükselticilerle kuvvetlendirilmesini sağlar.

Çıkış aygıtları: Çıkış aygıtı, teleskop taradıkça kaynağın değişik bölümlerinden yayılan ışınım şiddetini gösteren, yalın bir kayıt aygıtı olabilir. Ama, Dünya dönme bireşimi teleskopuyla kaynağın haritası yapılmadan önce, on iki saat sürekli gözlem yapmak ve

sinyalleri geldikçe kaydetmek gerekir. On iki saatin sonunda, kontur haritası çizilir.

Nötr hidrojen çizgisini 21,1 cm'de gözleyen bir teleskopta çıkış, «*tayfölçer*» adı verilen bir elektronik devre tarafından, farklı frekanslara bölünür. Değişik hızlardaki *H I* bulutlarına karşılık gelen her frekanstaki çıkış, söz konusu yöntemlerin herhangi biriyle kaydedilir. Bir başka seçenek de, gökyüzündeki bir nokta için, değişik frekanslardaki radyo gücünün grafiğiyle, her biri biraz farklı hızlar içeren ve aynı görüş çizgisinde farklı uzaklıklarda bulunan *H I* bulutlarını ayırt etmektir.

Radyo gökbiliminde en son gelişme, binlerce kilometre uzaklıkta, farklı kıtalarda yeralan iki radyo teleskopuyla, aynı kaynağı aynı anda gözlemektir. İki teleskopun da çıkışı kaydedilir ve iki kayıt sonradan elektronik yolla birleştirilip, bir girişim çizimi elde edilir. Bu yolla, optik teleskoptan bin kat iyi sonuçlar sağlanır. Ayrıca bu teknikle, teleskoplar arasındaki uzaklık da,1 metreden daha az bir duyarlılıkla ölçülebilmektedir. Birkaç yıl içinde yeryüzündeki kıtaların birbirlerinden uzaklaşıp uzaklaşmadıkları, iki radyoteleskopun arasındaki mesafe farkı ölçülerek ortaya çıkarılabilecektir.

RADYO VE TELEVİZYON YAYINI

Radyo yayıncılığının tarihi, yaklaşık 100 yıl geriye uzanır. Daha önceleri haberleşme, ancak fiziksel bağlantılarla (telefon ve telgraflarda kullanılan kablo bağlantıları) sağlanıyordu. 1887'de Alman Heinrich Hertz, RADYO dalgalarının varlığını ilk kez kanıtladı; 1894'te de Sir Oliver Lodge, İngiltere'de, radyo dalgalarıyla birkaç yüz metre uzağa ilk haberi ulaştırmayı başardı.

1895'te İtalyan Guglielmo MARCONİ, benzer deneyler yaptı ve 1896'da Londra'daki Posta Merkezi binasının damından 2 km uzaktaki Salisbury Plain'le ilk telsiz haberleşmesini gerçekleştirdi.

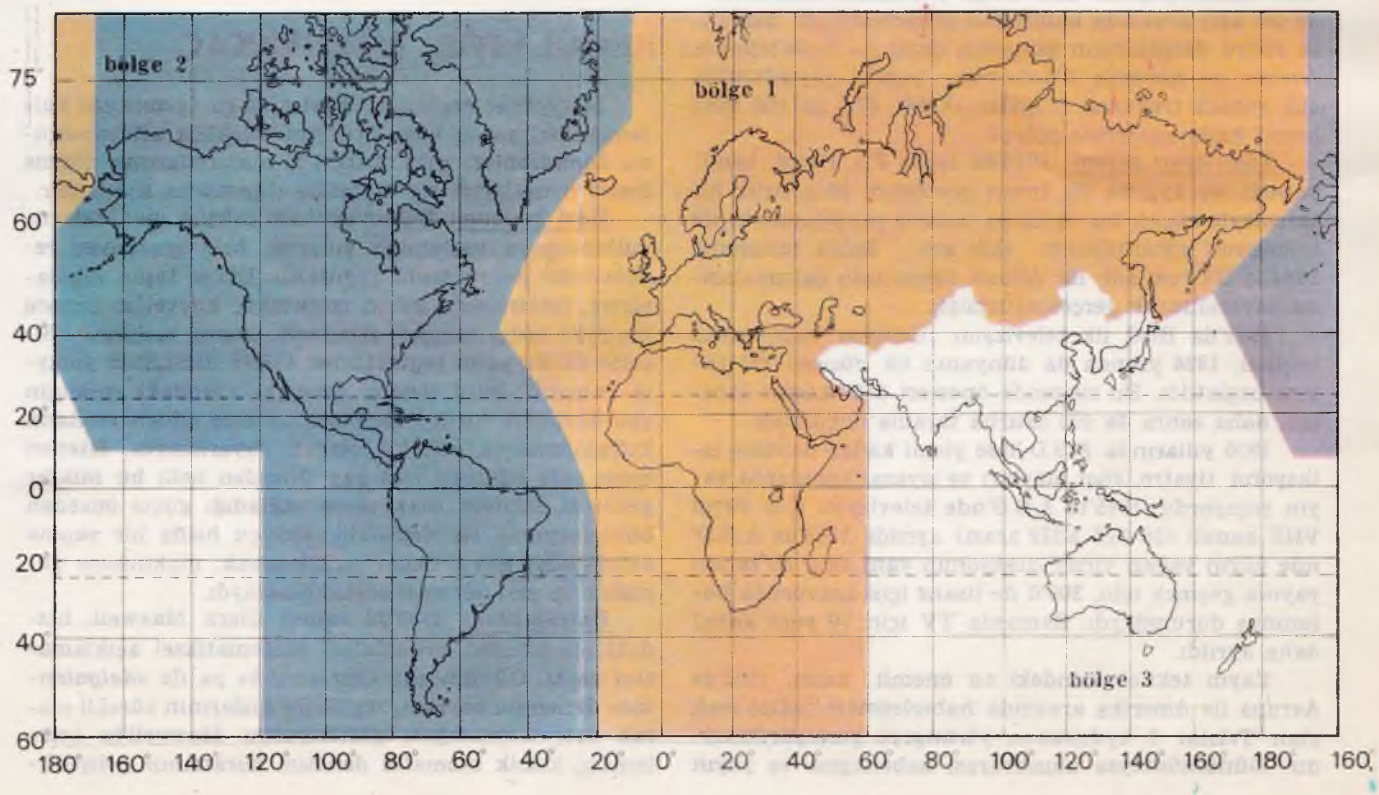
Marconi'nin en ilgi çekici gösterisi 1901'de oldu. Atlas Okyanusu üstünden, Cornwall ile Newfoundland arasında (3 200 km) radyo mesajlarının iletilebileceğini kanıtladı.

Düzenli yayınlar: A.B.D'nde ilk radyo programı 1906 yılı Noel gecesi, Massachusetts'deki bir deney istasyonundan yayınlandı. Birinci Dünya savaşından sonra, radyo yayınında dalgaboylarına getirilen kısıtlamalar kalktığından, çok sayıda deneme istasyonu açıldı.

Dünya yayın istasyonlarının sayısı, 1925'in sonlarında 600'e, 1935'te 1 300'e, 1960 başlarında da 10 000'e ulaştı. Ne var ki, yayın istasyonlarının böylesine artması, dalgaların birbirine karışması sorununu ortaya çıkardı.

Bu sorunu çözmek için kurulan Uluslararası Telekomünikasyon Birliği, 1932 yılında ilk kuralları saptadı. 1940 ve 1950 yıllarında yapılan anlaşmalarla, ülkelerin yurtiçi yayınlarının uzun dalga üstünden 150 ile 550 kilohertz arasında, orta dalga üstünden de 550 -

Radyo frekanslarında birlik sağlama amacıyla Uluslararası Telekomünikasyon Birliği, dünyayı üç ana bölgeye ayırmıştır. (altta)



Radyo yayıncılığında kullanılan dalgaboyları

bant numarası	frekans	genel sınıflama
4	3-30 KHz	çok alçak frekans (VLF)
5	30-300 KHz	alçak frekans (LF)
6	300-3000 KHz	orta frekans (MF)
7	3-30 MHz	yüksek frekans (HF)
8	30-300 MHz	çok yüksek frekans (VHF)
9	300-3000 MHz	ultra yüksek frekans (UHF)
10	3-30 GHz	süper yüksek frekans (SHF)
11	30-300 GHz	ekstra yüksek frekans (EHF)

Hz = hertz (saniyede çevrim) K = kilo (1 000)
G = jiga (1 000 000 000) M = mega (1 000 000)

Çizelgede (üstte) radyo frekans tayfı bantları görülmektedir. Teknolojinin gelişmesi sonucu gittikçe daha yüksek frekanslar kullanılmış ve günümüzde kızılaltı bölgeye ulaşılmıştır.

1 660 kHz arasında sınırlı olması kuralı kabul edildi. Ülke dışına yapılan kısa dalga yayınlarınınsa, 2 200 - 30 000 kHz arasında bulunması kararlaştırıldı. Zaman la radyo dalgalarının sayısının daha da fazlalaşması, Avrupa ve Amerika ülkelerinin yurtiçi yayınlarında çok yüksek frekanslı dalgalar (VHF: 87,5 ile 100 MHz arası) kullanmalarına yolaçtı.

Televizyon yayını: 1926'da İskoç J.L. Baird, kendi yaptığı bir aygıtta bir insan portresini 30 satırlık bir taramayla küçük bir ekranda kabaca yayınlayarak, ilk televizyon görüntüsünü elde etti. Baird buluşunu, 1884'te Nipkow adlı bir Alman öğrencinin çalışmalarına dayandırarak gerçekleştirmişti.

1929'da BBC ilk televizyon deneme yayınlarına başladı. 1936 yılında da dünyanın ilk düzenli TV yayını başlatıldı. Bu sistemde önceleri 240 satırlık tarama, daha sonra da 405 satırlık tarama uygulandı.

1930 yıllarında A.B.D 'nde yirmi kadar deneme istasyonu, tiyatro, spor olayları ve siyasal konularda yayın yapıyordu. 1945'te A.B.D'nde televizyon için yirmi VHF kanalı (50-216 MHz arası) ayrıldı. 1948'de A B.D' nde yayın yapan yirmi istasyonun yanı sıra, 80 tanesi yayına geçmek için, 300'ü de lisans için başvuruda bulunmuş durumdaydı. Zamanla TV için 70 yeni kanal daha ayrıldı.

Yayın teknolojisindeki en önemli adım, 1962'de Avrupa ile Amerika arasında haberleşmeyi sağlayacak olan Telstar 2 uydusunun yörüngeye yerleştirilmesidir. Günümüzdeyse uluslararası haberleşme ve yayın amacıyla pek çok uydu kullanılmaktadır.

Yayıncılığın her ülkedeki tarihçesi ve bu alandaki gelişmeler, birbirinden farklıdır. Ancak, dünyanın çeşitli ülkeleri arasındaki farkı belirtmek için, 1969 yılındaki televizyon verici istasyon sayılarını verebiliriz: Afrika'da 112; Güney Amerika'da 340; Kuzey Amerika'da 3 050; Avrupa'da 6 515.

RAFİNERİ Bk. PETROL RAFİNERİSİ

RAMJET VE PALSJET Bk. JET MOTORU VE GAZ TÜRBİNİ

R.A.T.O Bk. J.A.T.O VE R.A.T.O

REAKTÖR Bk. NÜKLEER REAKTÖR

REÇİNE, SENTETİK Bk. PLASTİKLER

REDRESÖR Bk. DOĞRULTMAÇ

REGÜLATÖR, MERKEZKAÇ

Merkezkaç regülatör, dizel motoru (gemilerde kullanılanlar) ya da buhar türbini (elektrik altörnatörünü döndürenler) gibi birincil iş makinalarının dönme hızını denetleyen bir otomatik düzenleme sistemidir.

Geri besleme: Buhar gücüyle çalışan makinaların kullanılmaya başlandığı yıllarda, hızı denetleyen regülatörler döner toplu aygıtlardı. Döner toplu regülatörler, üstlerindeki kolun merkezkaç kuvvetler sonucu bir yaya karşı hareket etmesiyle, motor hızlarını ölçerlerdi. Bu yalın regülatörler, GERİ BESLEME yoluyla çalışırdı: yani sistem, denetim altındaki niceliğin (bu durumda hızın) ölçülmesiyle elde edilen verilerin kullanılmasıyla, sürekli olarak ayarlanırdı. İstenen hızın elde edilmesi için yay, önceden belli bir miktar gerilirdi. Böylece, makinanın sağladığı güçte önceden bilinemeyecek bir değişiklik sonucu hızda bir sapma olduğunda, gelen buhar ayarlanarak, makinanın gerekli hıza geri dönmesi sağlanmaktaydı.

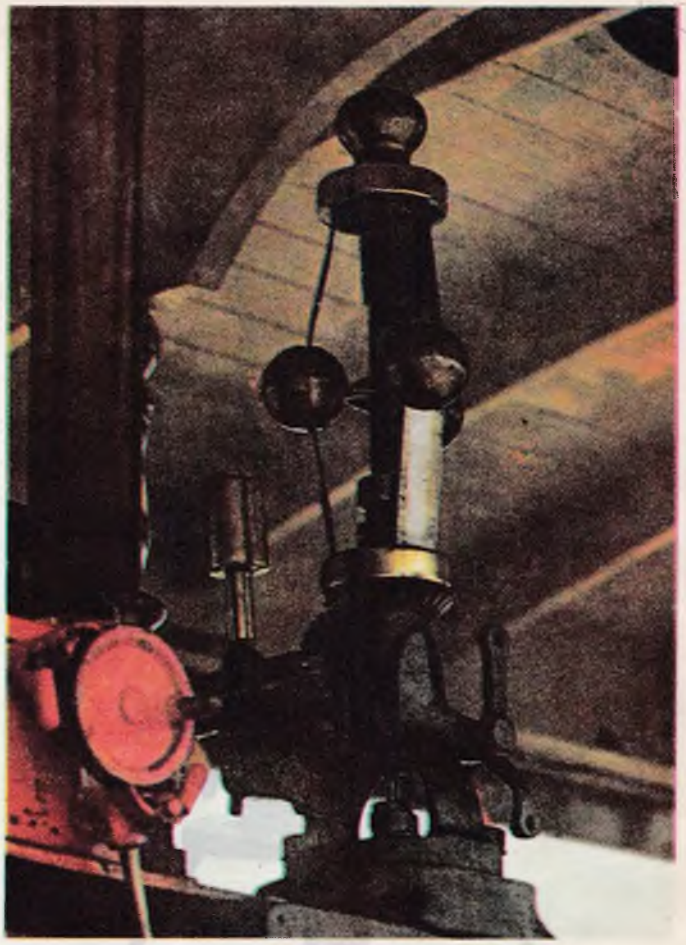
Dalgalanma: 1868'de James Clerk Maxwell, hızdaki istenmeyen oynamanın matematiksel açıklamasını yaptı. Günümüzde «*kararsızlık*» ya da «*dalgalanma*» denen bu hareket, regülatör hızlarının sürekli olarak dalgalanmadığını gösteriyordu. Maxwell'in açıklaması, klasik otomatik denetim kuramının geliştiril-

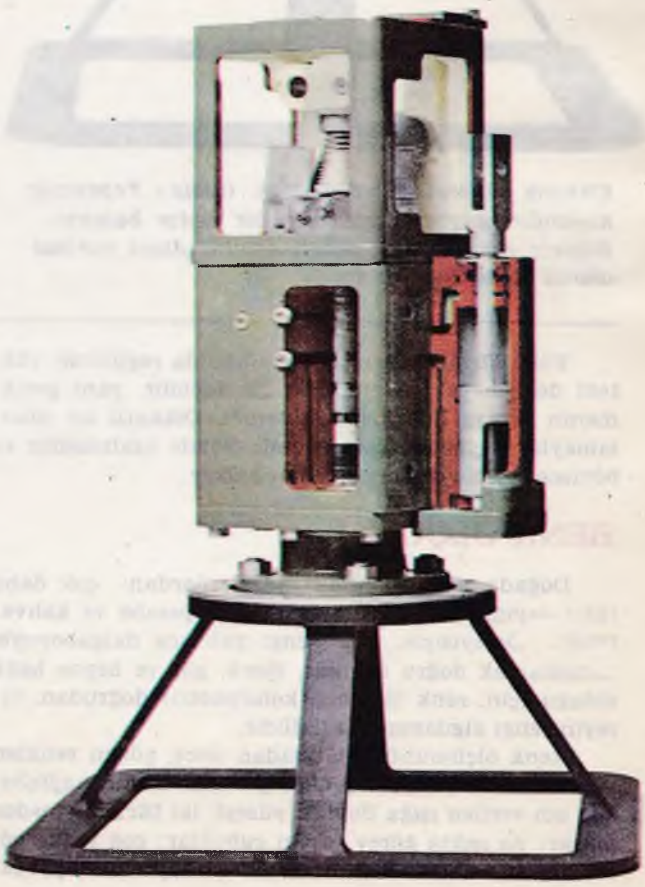
mesini ve bu regülatörlerin düzensiz çalışmalarının önlenmesini sağladı.

Kısa bir süre sonra, toplu regülatörün kol yayını, doğrudan hızla orantılı olarak değil, hızın *kare*siyle orantılı olarak hareket ettirdiği (merkezkaç kuvvetin doğması nedeniyle) ve bu nedenle sistemin duyarlılığının istenen hızla birlikte değişmesi gerektiği anlaşıldı. Sistem, düşük hızlarda çok hantal, yüksek hızlardaysa dalgalı olabilmektedir. Ne var ki, demiryolu ve karayolu taşımacılığında kullanılan motorlar gibi birkaç örnek dışında, istenen hızın ya hiç değişmemesi ya da çok az değişmesi nedeniyle, bu özellik önem taşımaz. Sonuç olarak, günümüzde bile, mekanik toplu regülatör yerine, elektrikli *tako-jeneratör* (tako-jeneratör, hız ile doğru orantılı bir elektrik potansiyeli üretir) kullanma olanağı bulunmasına karşılık, birçok modern regülatörde hâlâ, merkezkaç kuvvetten yararlanılmaktadır.

Yüke duyarlılık: Yalın regülatörlerin «gecikme» adı verilen bir kusurları daha vardır. Motora bindirilen yükün değişmesi durumunda, istenen hızda geçici ya da kalıcı bir gecikme ortaya çıkar. Gecikme göstermeyen regülatöre «*eşzamanlı*» (yani değişmez hızlı) denir. Bu konunun özellikle önemli olduğu alanlardan biri, elektrik üretimidir. Elektrik üretiminde gecikmeler, alternatif akım frekansını doğrudan etkiler. Bu sistemlerde kullanılan regülatörler, *yüke duyarlı* aygıtlarla donatılabilir. Yüke duyarlı aygıtla, motorun hızı kadar, üstündeki yük de ölçülerek, geri beslenir. Yükün ölçülmesi, hareket ettirilen yük (burada bir alternatör) ile motor arasında bir bağlantı kurularak ya da makina içindeki elektrik akımı ölçülerek yapılabilir. Doğal olarak bu, daha büyük bir karmaşıklık ve daha zor bir planlama sorunu yaratır.

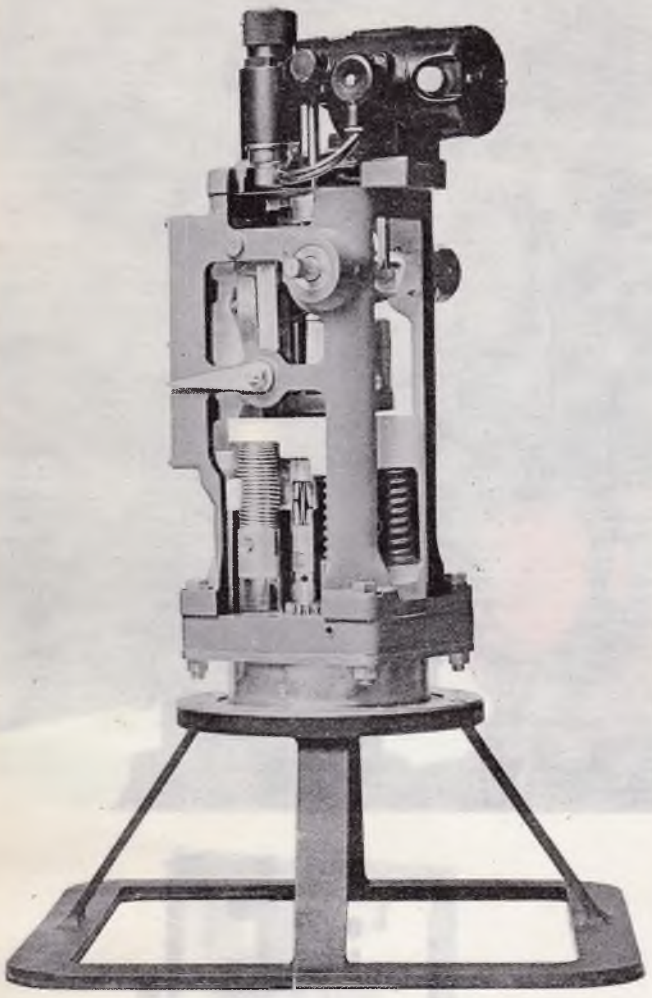
Yüke duyarlı aygıtın bulunmadığı durumlarda, yükteki bir değişiklik, belirli bir süre alan bir gecikme artışı yaratır. Denetim sistemi, ancak gecikmenin ortaya çıkmasından sonra düzeltme işlemine başlayabildiğinden, regülatörde *geçici* bir gecikmenin oluşması kaçınılmazdır. Yükteki değişiklikten sonraki geçiş sırasında da, hızda küçük bir hata kalabilir. Buna, «*kalıcı*» gecikme denir. Kalıcı gecikme, yüke duyarlı aygıt kullanılmadan önlenebilir. Bu amaçla, hem hızdaki gecikmeye, hem de gecikmenin değişme hızına karşı tepki gösteren bir regülatör kullanılır.





James Watt'ın geliştirdiği döner toplu regülatör. (sağda üstte) Toplar, yerçekimi kuvvetine karşı, merkezkaç kuvveti etkisi altında dışarıya doğru hareket ederler. Dışarıya doğru hareket, bir kolu, ortadaki mil boyunca yukarıya çekerek, buhar kolunun konumunu değiştirir.

Modern bir regülatörde (sağda altta) yerçekimi yerine, yaylara karşı hareket eden dikdörtgen toplar bulunur. Bunlar, bir pistona giden yağın basıncını denetleyen bir valfı çalıştırırlar. Valf da gaz kolunun konumunu ya da yakıt ayarını değiştirir.



Elektrik jeneratörü regülatörü. (üstte) Tepesinde, hızlandırma yayını yükleyen bir motor bulunur. Böylece hız uzaktan denetlenebilir. Aygıt normal olarak yağla doldurulur.

Yüke duyarlı aygıt kullanıldığında regülatör, yükteki değişmeye hemen tepki gösterebilir, yani gecikmenin ortaya çıkmasını beklemez. Dikkatli bir planlamayla, geçici gecikme önemli ölçüde azaltılabilir ve böylece kalıcı gecikme ortadan kalkar.

RENK ÖLÇÜMÜ

Doğada, gökkuşağında yeralanlardan çok daha fazla sayıda renk vardır (sözgelimi pembe ve kahverengi). Dolayısıyle, bir rengi yalnızca dalgaboyuyla tanımlamak doğru değildir. Renk, göz ve beyne bağlı olduğu için, renk ölçümü (kolorimetri) doğrudan, bireyin rengi algılamasıyla ilgilidir.

Renk ölçümünü anlatmadan önce, gözün renkleri nasıl belirlediğini açıklamak gerekir. Gözün «*ağtabaka*» adı verilen ışığa duyarlı yüzeyi, iki tür «hücre»den oluşur: Az ışıkta görev yapan *çubuk*lar; çok ışıkta görev yapan *koni*ler. Koniler renklere duyarlıdır, çubuklar değildir. Geceleri her şeyin gri tonlarında görünmesinin nedeni, yalnızca çubukların görev yapmasıdır. Buna «*skotopik görüş*» denir. Işığın konilerin çalışmasını sağlayacak kadar yüksek olduğu durumlarda da, renkli olan «*fotopik görüş*» ortaya çıkar.

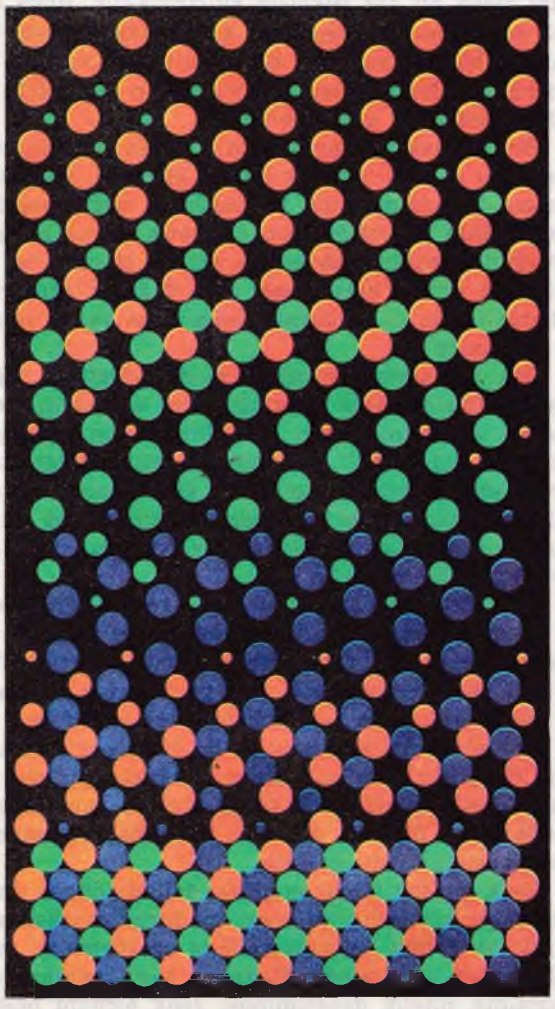
Konilerin, her biri görme tayfının değişik bir bölümüne duyarlı üç «bulucu» içerdikleri ortaya çıkarılmıştır. Bu tayf, 3 800 angströmden (mor) 7 800 angströme (kırmızı) uzanır (Bk. ELEKTROMAGNETİK IŞINIM). Üç rengin yeterli oranlarda karıştırılmasıyla bütün renkler görülebilir. Kırmızı, yeşil ve mavi olan bu üç renge «*birincil renkler*» denir. Birincil renklerin *tekrenkli* (monokromatik), yani tek dalgaboylu ışıktan oluşmaları gerekmez. Bunlar, dalgaboyu bantlarından oluşur. Birincil renklerin eşit oranlarda karıştırılmasıyla beyaz ışık elde edilir. Beyaz ışıktan birincil renklerden biri çıkarılırsa, *tamamlayıcı renk* elde edilmiş olur. Bunlara «*ikincil renk*» de denir. İkincil renkler, sarı (beyazdan mavi çıkarıldığında), morumsu bir pembe olan magenta (beyazdan yeşil çıkarıldığında) ve yeşilimsi mavi rengi olan siyandır (beyazdan kırmızı çıkarıldığında).

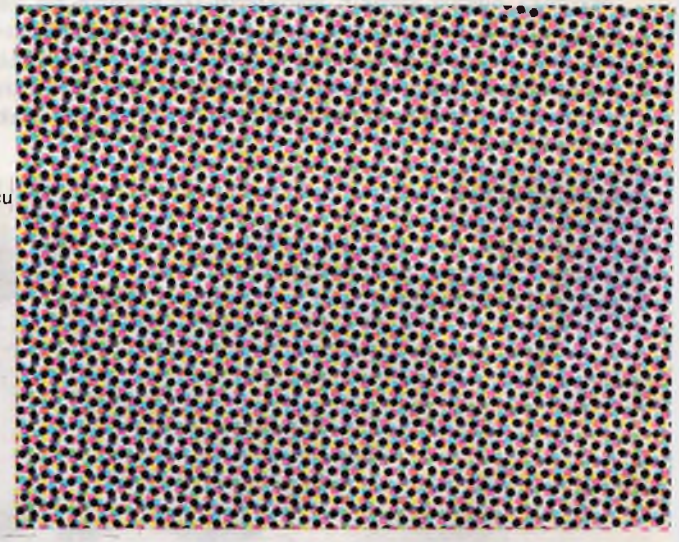
Üç farklı renkteki ışık bir arada görüldüğünde, *katmalı bileşim*le yeni bir renk elde edilir. Suluboya ya da matbaa mürekkepleri gibi maddeler, beyaz kağıt üstünde renkleri süzerler. Böylece, *çıkarmalı bileşim*le renkler elde edilir.

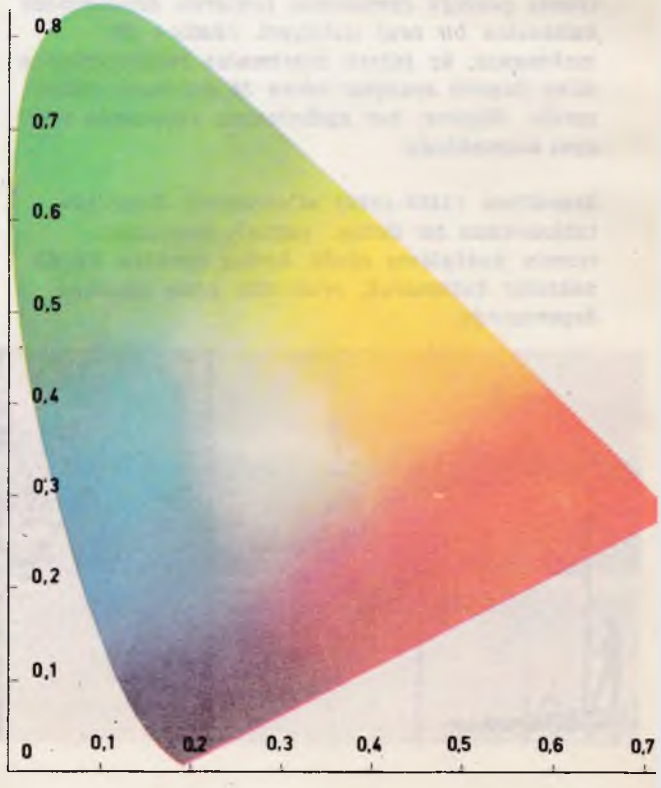
Renkli TV'de görüntüler, kırmızı, yeşil ve mavi noktalardan oluşur. Renkli baskıdaysa, siyan, magenta, sarı ve siyah noktalar kullanılır. TV görüntüsünde her renkten eşit miktar eklenerek beyaz oluşturulur. Buna karşılık, baskıda, her renkten eşit miktarda kullanmak, çıkarmalı bileşimle siyahın ortaya çıkmasına neden olur.

Boya karıştırmada boya yüzeye, noktalar halinde uygulanmaz, karıştırılıp sürülür. Bu durumda, yeşil ve maviyi karıştırmak, üstüne düşen ışığın çoğunu soğuran koyu kahverengi bir renk verir. Birincil ressam

Bir matbaada renkölçer olarak kullanılan yansıtmalı densitometre. (üstte) Kullanılan mavi, magenta, sarı ve siyah mürekkepler doğru tondadır; ama gene de, basıldıklarında etkilerini denetlemek gerekir. Okuma başlığında bir ışık kaynağı ve bulucu vardır. Yansıma şiddeti bir tablodan okunmaktadır.







Kırmızı, yeşil ve mavi karıştığında, üstte görüldüğü gibi, beyaz renk oluşur. Yalnızca ikisi karışınca sarı, siyan ve magenta ortaya çıkar. TV ekranındaki noktalar bunu gösterir. Ama baskı işlemlerinde aynı etkiyi elde etmek güçtür. Üstte sağda, birincil renkler çıkartıldığında magenta, sarı ve siyan görülmektedir. Aynı renkler, kırmızı, yeşil, mavi ve siyah oluşturacak biçimde üst üste gelmektedir. Bir renkli baskı büyütüldüğünde, üstte solda görülen birincil renklerdeki noktalardan oluştuğu anlaşılır. Arı tayf renklerinin kenarlarında, doymamış renklerinse ortada olduğu bir katmalı renkli CİE şekli. (sağda)

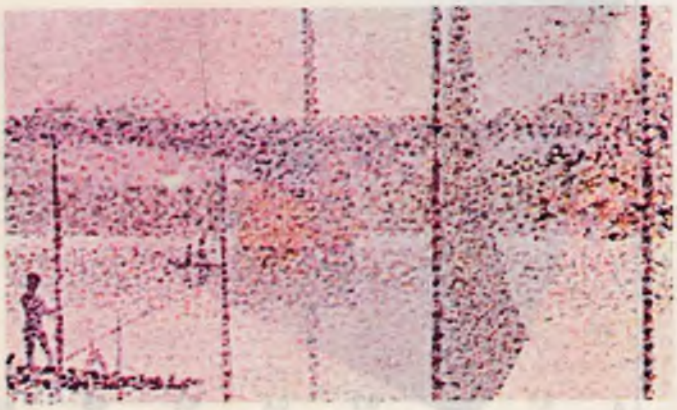
renkleri, karışımlarından aşağı yukarı bütün renklerin elde edilebildiği kırmızı, mavi, sarı, siyan ve beyazdır.

Üç birincil renk bileşimi içeren ışık demetinin incelenmesini sağlayan aygıta, renkölçer (kolorimetre) denir. Bununla, her rengin içinde bulunan üç birincil rengin miktarı saptanabilir. Bunlar, kırmızı, yeşil ve mavi için sırayla *X*, *Y* ve *Z* «*tristimulus değerleri*»dir. Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CİE) 1931'de bu ölçüm sonuçlarını, standart araştırıcı ya da «normal birey» için sınıflandırmıştır. Bu veriler, renk ölçümünde CİE sisteminin temelini oluşturur.

Üç değişken etmen grafiğinin, üç boyutlu (stereoskopik) olması gerekir. Renklerin iki boyutlu bir kağıtta gösterilmesi için iki *renk koordinatı*, *X* ve *Y* tristimulus değerlerine göre hesaplanır. Bunlar beyaz ışıkta, sırayla, kırmızı ve yeşil ışığın oranlarıdır. *X*'e karşı *Y* grafiği çizilerek, bir dizi şekil üzerinde bütün renkler gösterilebilir.

Güneş gözlüğü camlarının tonlarını denetlemede kullanılan bir tayf ışıkölçeri. (üstte) Bu makinanın, üç filtreli tristimulus renkölçerinden daha duyarlı sonuçlar veren 16 dar bant filtresi vardır. Böylece, her aydınlanma koşulunda renk aynı kalmaktadır.

Seurat'nın (1859-1891) «Courbevoie Köprüsü» tablosundan bir detay. (altta) İzlenimci resmin noktalama ekolü, birkaç renkten küçük noktalar kullanarak, renk elde etme işlemine dayanıyordu.



Böyle bir grafikte arı renkler, tayf renklerine benzer biçimde sıralanırlar ve «*doymuş*» diye adlandırılırlar. Beyaz ışık eklenerek ya da siyah ve beyaz boyalar katılarak, renklerin *doymamış* olması sağlanır. Bu renkler, şeklin ortasında, beyaz noktaya yakın yerde dizilirler. Bir rengin tonu, ona en yakın dalgaboyuyla ya da *başat dalgaboyu*yla belirlenir.

CİE standart gözlemcisi, ağtabakadaki üç farklı bulucunun en üst duyarlılığını gösteren üç *dağılma eğrisi*yle tanımlanır. Bir örneğin tristimulus değerlerini ölçmede, iki yöntemden yararlanılır. En yalın yol, uygun renk filtreleriyle aygıtın üç dağılma eğrisine tepkisini ölçen bir tür ışıkölçer kullanmaktır. Buna «*üç renk renkölçeri*» (trikromatik kolorimetre) denir. Üç renk renkölçeri, yansıtıcı bir yüzeyin tristimulus değerlerinin doğrudan okunmasını sağlar. Bu iş için bir DENSİTOMETRE kullanılabilir.

Bir kaynaktan yayınlanan ya da bir cisimden yansıtılan ve geçirilen ışık tayfını ölçmede, spektrofotometre de kullanılabilir. Bu durumda, ışığın her dalgaboyundaki şiddeti ölçülüp, otomatik olarak bir grafiğe çizilir. Böylece elde edilen veriler, tristimulus değerlerinin ortaya çıkarılması için, dağılma eğrileriyle birleştirilir. Bu daha duyarlı, ama daha yavaş ve güç bir yöntemdir.

Göz, aydınlanma renginin ya da şiddetinin değişmesiyle oluşan görme değişikliklerini en aza indirebilirse de, bir cismin rengi, onu görmek için kullanılan ışığa göre değişir. CİE, renk ölçümü için pek çok standart kaynak yayınlamıştır. Renk ölçümlerinin bu aydınlatıcılardan biriyle yapılması gerekir. En sık kullanılan aydınlatıcılar, S_A (tungsten lambası), S_B (güneş ışığı) ve S_D 'dir (gün ışığı).

İki farklı tayf özelliğinin aynı renkte görülmesine «*metamerizm*» denir. Sözgelimi, güneş ışığında aynı rengi veren iki boya, tungsten ışığında değişebilir. Üç renk renkölçerinde metamer görünüm, sık raslanılan bir olaydır, ama tayf ışıkölçerinde görülmez.

Metamerizme, uygulamada en çok, renkli kumaşlarda raslanılır. Oda ışığında aynı renkte görünen iki ürün, sokağa çıkıldığında farklı olur. Boyama işlemlerinde, renk ölçümü dikkatle kullanılarak, metamerizmin oluşmamasına çalışılır.

Renk ölçümü, birçok endüstri dalında büyük önem taşır. Boya endüstrisinde, renk maddelerinin karışımlarında ve solma ile metamerizmi araştırmada, renk ölçümünden yararlanılır. Kağıt ve kağıt hamuru endüstrisinin nitelik denetiminde, renk ölçümü önemli rol oynar. Fotoğraf, televizyon ve basım işlemlerinde renk üretimi, renk ölçümü teknikleriyle geliştirilir. Aydınlatma endüstrisindeyse renk ölçümü, flüoresan lambaların renk verme özelliklerinde kullanılmaktadır.

RENKSEMEZ MERCEK

Renksemez mercek (akromatik mercek) ayrı tip camdan yapılmış iki MERCEK'ten oluşan bir bileşimdir. Bu bileşim, tek mercekten daha az renksel sapma yapar. Çağdaş DÜRBÜN, FOTOĞRAF MAKİNASI ve

öteki yüksek nitelikli optik aygıtlarda, renksemez mercekler kullanılır.

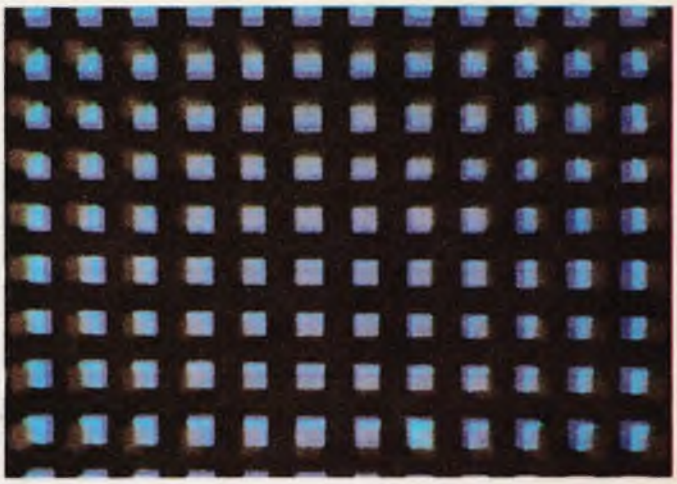
Tek mercek, paralel ışığı kırarak, bir noktaya odaklar. Bu noktanın mercekten uzaklığı, hem merceğin eğriliğine, hem de merceğin yapıldığı malzemenin kırılma indisine bağlıdır.

Kırılma indisleri her ışık rengini değişik ölçüde etkiler. Bütün renklerin karışımı olan beyaz ışık, yalın bir mercekten geçtiğinde, çeşitli renklere ayrılır ve farklı noktalarda odaklanır. Gökkuşağı renklerinden oluşan bu görüntüye, «renksel sapma» denir.

Değişik tür camların kırılma indisleri de farklıdır. Dolayısıyle, bir tür cam, başka bir türün renksel sapmasını düzeltmede kullanılabilir. Farklı eğriliklerde iki tür camın birleştirilmesiyle, bir bileşik mercek yapılabilir. Bu sistem, iki renk için renksel sapma göstermez.

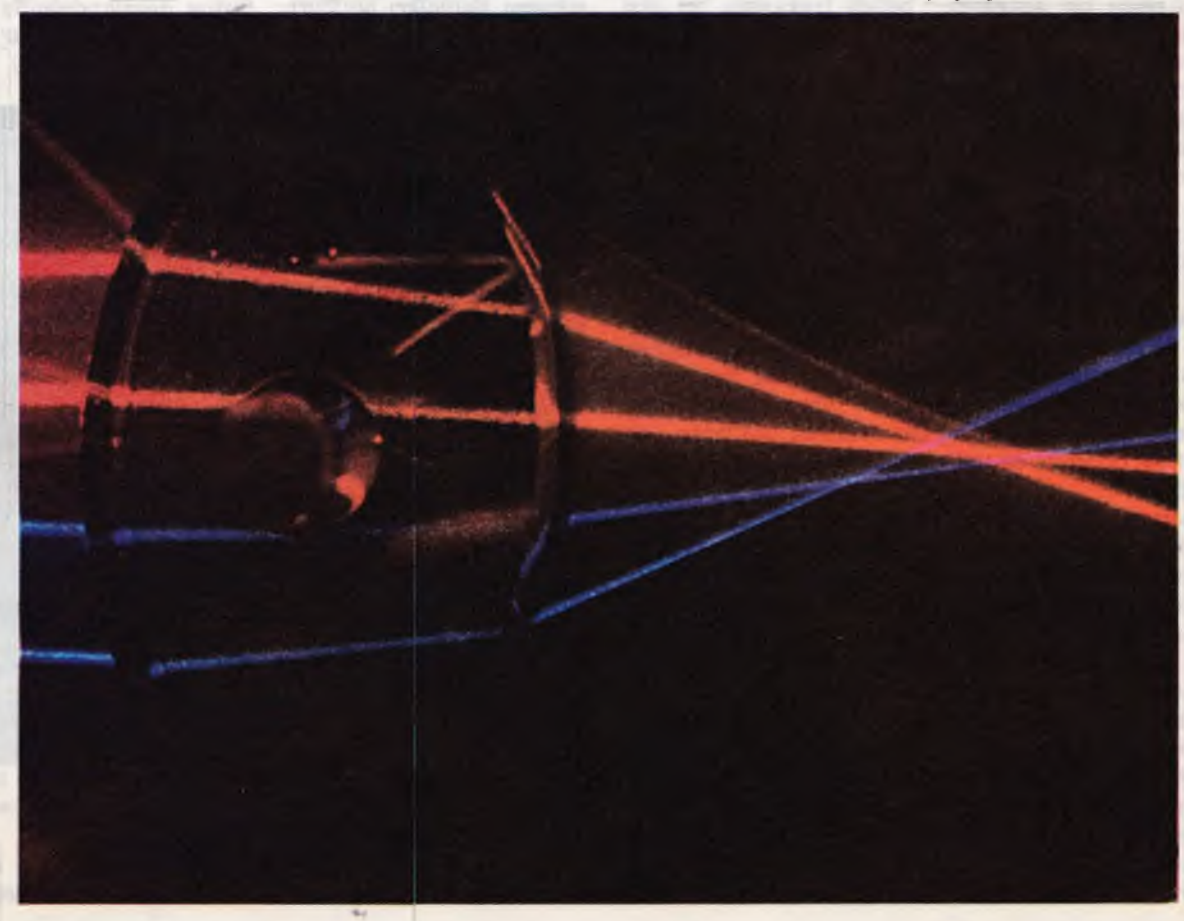
Beyaz ışık, sözgelimi kırmızı ve mavi için düzenlenmiş bir renksemez mercekten geçtiğinde, yeşil gibi öteki renkler tarafından oluşturulan hafif bir renksel sapma ortaya çıkar. Nitelikli fotoğrafçılıkta, beyaz ışık için bütün renksel sapmaları giderecek üç ya da daha fazla cam türü kullanılır. Bunlara «*apokromatik*» mercekler ya da «*işlem mercekleri*» denir.

Renksemez merceğin 1758'de John Dollond tarafından bulunuşundan önce, güçlü mercekli teleskopların yapımı olanaksızdı. Az eğri mercekler kullanılarak, renksel sapma bir ölçüde azaltılabiliyordu. Ama bu da, teleskopların aşırı uzun olmasına yolaçıyordu. XVII. yüzyılda Sir İsaac NEWTON, merceklerin oluşturduğu renk sapmalarını gidermenin olanaksızlı-



Yalın bir mercekten çekilen bu siyah beyaz ızgara fotoğrafında, renksel sapma etkisi görülmektedir. (üstte)

Kırmızı ve mavi ışık ışınları, yalın bir mercekten geçtiklerinde, mavi ışınlar daha çok kırılır ve kırmızı ışınlara göre merceğe daha yakın bir noktada odaklanır. Resimdeki (altta) «yalancı» ışınlar, merceğin parlatılmış yüzeyinin yolaçtığı yansımalardır.



ğına karar verdi ve bütün renkleri eşit olarak yayan mercek yerine, aynaların kullanıldığı yansıtmalı TELESKOP'u geliştirdi.

Günümüzün nitelikli aygıtlarında bile, özellikle parlak bir gökyüzünde karanlık bir cismin teleskop ya da dürbünle incelenmesinde, renksel sapmaya rastlanır. Düzeltilmiş bir mercek, zor seçilen bir elmayı yeşil gösterir. Niteliksiz mercekler de, parlak mavi ve turuncu sapmalar verirler.

REOSTA Bk. POTANSİYOMETRE

REVOLVER Bk. TOPLU TABANCA

REZİSTANS Bk. DİRENÇ

REZİSTÖR Bk. DİRENÇ ÖĞESİ

REZONANS

Titreşen bir sistemin, belirli frekansta bir dizi titreşimin etkisinde kalarak, yüksek genlikte titreşmesine «*rezonans*» denir.

Fiziksel sistemlerden pek çoğunda, herhangi bir dış etki ya da kuvvet tarafından uyarılan tanecikler, ilk konumları çevresinde titreşmeye başlarlar. Uyarıcı etki ortadan kalktığında, titreşim hareketinin *genliği* yavaş yavaş azalır: çünkü hareketin enerjisi, tanecik ortamının gösterdiği direnci yenmeğe harcanarak yok olur. Genliğin bu biçimde azalmasına «*sönüm*» adı verilir.

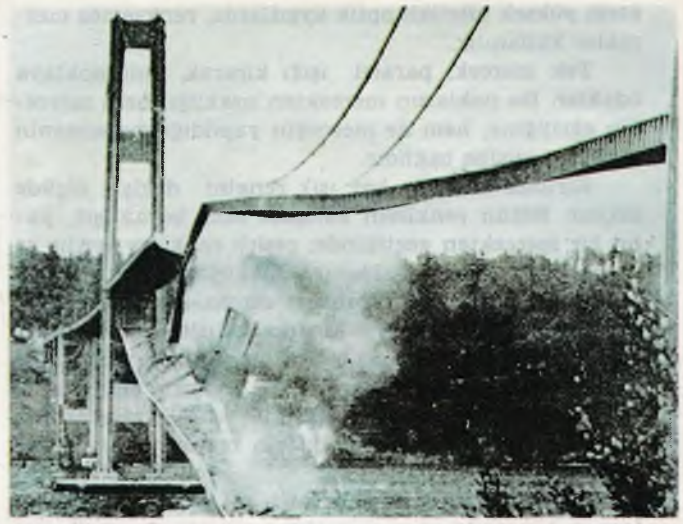
Birim zaman içinde taneciğin yapmış olduğu titreşim sayısına, salınımın «*frekans*»ı denir. Fiziksel sistemlerin belirli frekans özellikleri ya da *doğal frekansları* vardır. Doğal frekansa, sistemin «*rezonans frekansı*» adı verilir. Rezonans frekansı, sistemin boyutları ve ortamın özellikleri gibi fiziksel büyüklüklere bağlıdır.

Sistem, doğal frekansında salınım yapma yerine, düzenli ve yinelemeli etkilere uğratılırsa, dış kuvvetin salınım frekansında hareket etmeye zorlanacaktır. Zorlanmış frekans ile sistemin frekansı çakışırsa, titreşimin genliği gittikçe artar ve zorlamanın aktardığı enerji en üst düzeye ulaşır. Enerji aktarımının en büyük olduğu bu duruma rezonans denir.

Rezonansın elektronik, mekanik ve ses alanındaki sonuçları çok önemlidir.

Mekanik rezonans: Mekanik sistemdeki rezonansın en yalın örneği salıncaktır. Salıncak, doğal frekansına eşit frekansta itilirse (salınımının uç noktasına vardığında itilirse), rezonansa ve en üst genliğe erişilir. Salıncağın bunun dışındaki frekanslarla sallanmasında, itmelerin sistemin momentumuna ters yönlerde olabilmesi nedeniyle, yeterli verim elde edilemez. Bu, SARKAÇ ilkesidir.

Başka bir örnek de, tramplenden atlamadır. Atlayıcı, yükseklik kazanmak için aşağı-yukarı doğru



Washington'daki Tacoma Narrows köprüsünün rezonans sonucu çöküşü. (üstte) 1940 yılında saatte 75 km'ye ulaşan rüzgar, köprünün salınıma geçerek çökmesine neden olmuştur. Bu olaydan sonra, benzer türden köprülerin yapımında sağlamlığa çok önem verilmiştir.

Kapalı bir ortamda boyuna ses dalgalarının rezonansını gösteren Kundt borusu. (altta) Resmin sağındaki pirinç çubuk, boru içinde uygun yerlerde sıkışma dalgaları oluşturur. Piston ayarlandığında, duran dalgalar oluşur. Boru içindeki renkli tozlar, düğüm noktalarında (hareket olmayan yerlerde) toplanır. Borunun uçları da düğüm noktalarıdır.

yaylanır. Bu hareketin frekansı tramplenin doğal frekansına denk geldiği zaman, en üst atlama yüksekliğine erişilir. Atlayıcının yaylanmasıyla, tramplen rezonans haline gelir.

Rezonans sırasında uygulanan kuvvet sürekli olursa, sistemin soğurduğu enerji, tehlike yaratacak düzeylere ulaşabilir. Sözgelimi, bir köprü üstünde uygun adım yürüyen askerler, köprünün doğal frekansına uyan düzenli aralıklı kuvvetler oluşturabilirler. Bu durumda köprü, rezonanstan ötürü aşırı derecede enerji soğurup, ortaya çıkan büyük genlikli salınımlar sonucu yıkılabilir.

Akustik rezonans: Geometrisine bağlı doğal frekansı olan bir boşluğun ya da sütunun önüne, titreşim yapan bir diyapazon tutulursa, diyapazonun frekansı sütunun ya da boşluğun frekansına eşit olduğunda, hava kütlesinin oluşturacağı ses, diyapazonun sesinden çok daha kuvvetli olacaktır.

Bunun nedeni, ortamda, duran dalgaların oluşmasıdır. Boşluğun uzunluğu titreşimin dalgaboyuna ayarlanırsa, uç kısımlarda, ses dalgalarını peryodik olarak yansıtacak, yükseltici bir rezonans etkisi sağlanır. Boşluğun ucu kapatılırsa, yansıma en az genlikli nokta olan *düğüm* noktasında oluşur. Açık uçtaysa, en büyük genlik söz konusudur.

Hava sütunlarının gösterdiği bu özellik, nefesli çalgıların düzenlenmesinde önem kazanır. Bir notanın şiddeti, rezonans boşluğunun (burada çalgının, içinde hava titreşimi oluşan bölümü) değiştirilmesiyle denetlenebilir. Orglar, doğal frekansları farklı olan çok sayıda borudan oluşurlar. Madeni nefesli çalgılarda titreşim ortamının boyutları, değişik supapların açılıp kapatılmasıyla, tahta nefesli çalgılardaysa, bazı deliklerin açılıp kapatılmasıyla değiştirilir.

HOPARLÖR'lerin ve ses odalarının düzenlenmesinde, istenmeyen rezonansların oluşmamasına dikkat edilir.

Elektrik rezonans: Rezonans olayı, elektrik devrelerinde, sözgelimi RADYO alıcılarının düzenlenmesinde, önemli uygulama alanları bulur. Yayınlanan radyo dalgaları arasında, istenmeyenlerin enerjisi soğurulup, yalnızca istenen frekansın algılanması sağlanır.

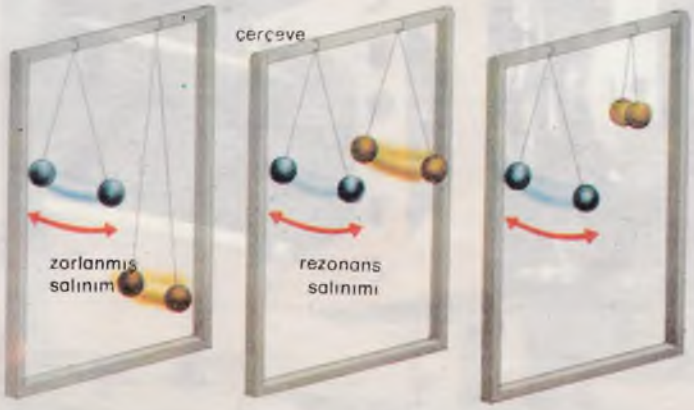
Bir elektrik devresinde belirli devre öğelerinin ALTERNATİF AKIM VE GERİLİM'e verdikleri yanıt, frekansa bağlıdır: Sözgelimi, bir bobinin İNDÜKTANS'ı ya da bir *kondansatör*ün *SIĞA*'sı gibi (Bk. ELEKTRİK DEVRESİ). Bir indüktör ile bir kondansatör paralel bağlandıklarında, bir rezonans devresi oluşur. Rezonans frekansı, indüktör ve kondansatörün değerlerine bağlıdır. Gelen sinyal, DİRENÇ ile indüktansı bulunan bir kondansatöre seri bağlı bir bobine gönderilir

duran dalgalar

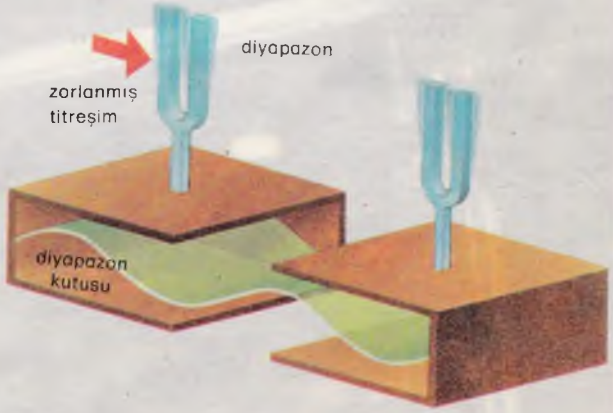
kapalı uçta yansıma (düğüm)

açık uçta yansıma (karın)

Kapalı bir boru içindeki hava, yalnızca belirli frekanslarda rezonans gösterecektir. (üstte) Boru kapalı olduğundan, uçlardaki hava haraketsiz kalır ve düğümler oluşturur. İki düğümün tam ortasındaysa, en büyük hareket miktarı söz konusudur. Gösterilen hava hacmi, 3. harmonikte titreşmektedir.
Sarkaçlar farklı boylarda olunca, birinin hareketi, ötekinde de küçük salınımlar oluşturur. Sarkaçlar aynı boydaysa rezonans oluşur. (altta)



Açık uçlu borunun uç noktalarında en büyük hava hareketi, yani karın noktaları oluşur. (üstte) Resimde 2. harmonikte rezonans gösteren bir boru görülmektedir. Birinci harmoniğin ya da temel rezonans frekansının, boru içinde yalnızca bir karın noktası vardır.
Özdeş diyapazonlar arasında rezonans oluşumu. (altta) Rezonans kutularının açık yanları birbirine bakmaktadır. Kutunun birinden çıkan ses, öteki kutuya geçip üstteki diyapazonu titreştirir.



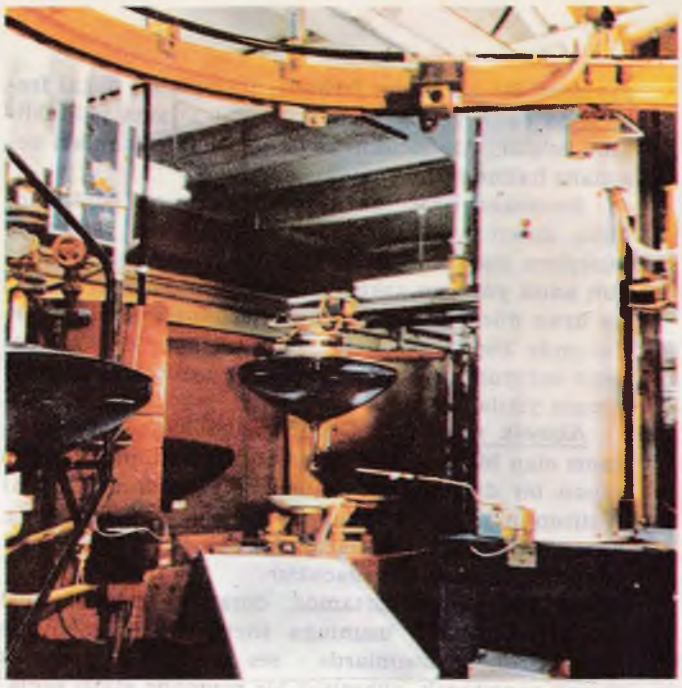
ve kondansatör değeri değiştirilirse, belirli bir frekansta indüktans titreşimlerinin, kondansatör titreşimlerine eşitlenebileceği bir durum ortaya çıkar.

Buna «devrenin rezonans frekansı» denir ve akım geçişi en üst düzeyde olur. Alıcı, söz konusu frekanstaki dalgalara güçlü bir yanıt gösterir. Böylece devre, belirli frekansları özellikle alır. Devre öğelerinin seri değil, paralel bağlanması, gene benzer bir durum ortaya çıkarır. Ancak, bu kez, gerilim en üst değerdeyken, akım en az olur. Bu durum, devrenin belirli frekanslara yanıtını en aza indirir. Girişim yapan frekanslardan isteneni seçmek için, genellikle bu devreler birlikte kullanılır.

Rezonansın öteki uygulama alanları: Titreşim yapabilen herhangi bir fiziksel sistem, uygun zorlanmış frekansla rezonansa sokulabilir. Bu yüzden, titreşim gösteren taneciklerden oluşan atom ve moleküllerde de rezonans söz konusudur.

Bu ölçekte rezonans sağlamak ve gerekli sinyalleri oluşturmak için, değişik teknikler geliştirilmiştir. Bunlarla, karmaşık moleküllerin yapıları saptanabilmektedir. Ayrıca, incelenen malzemenin atom özellikleri açısından da ayrıntılı bilgi elde edilebilmektedir.

Bunlardan, NÜKLEER MAGNETİK REZONANS ve *elektron dönü rezonansı*, en yaygın olanlardır. Ancak, aynı etkiden, başka yöntemlerde de yararlanılmaktadır.

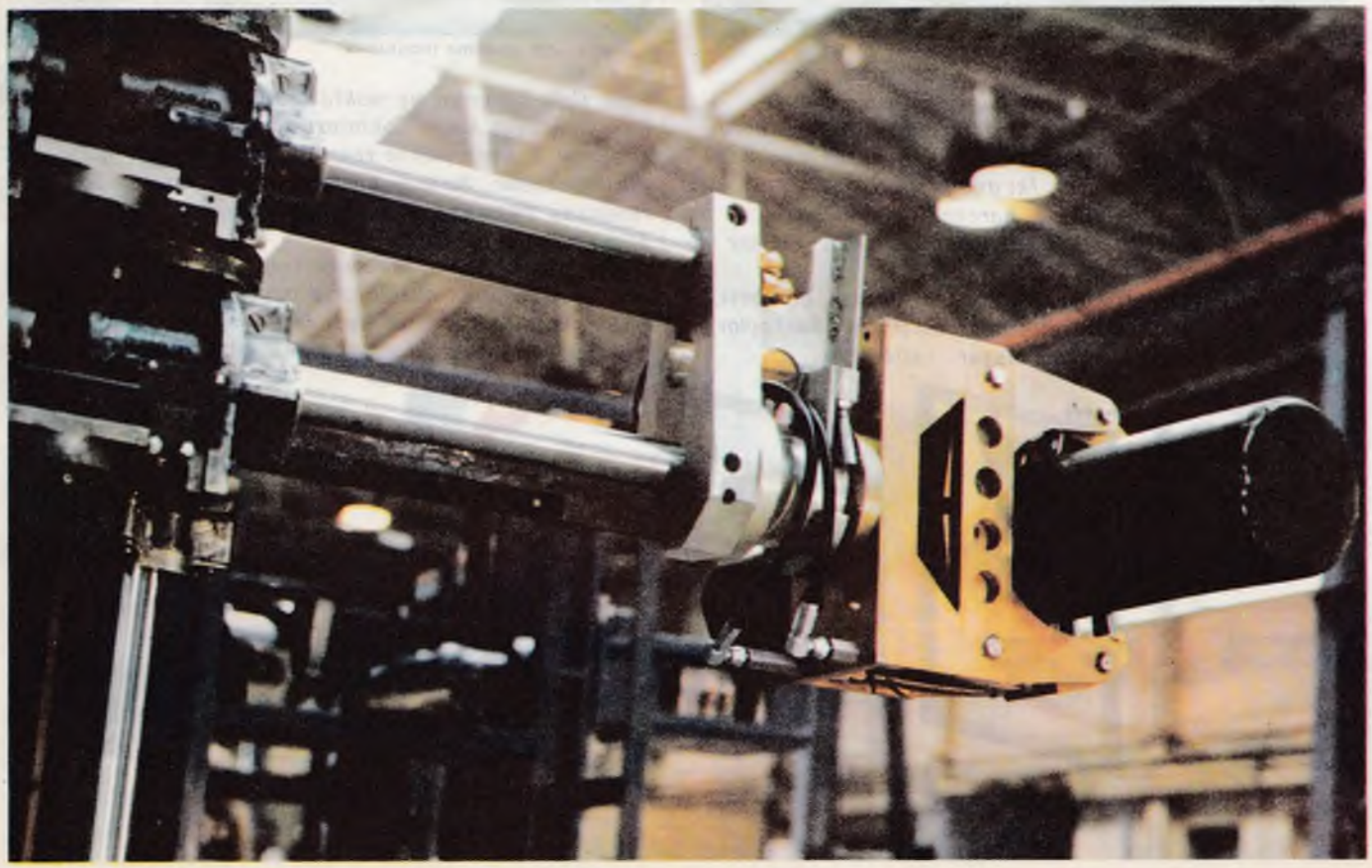


Üretim şeridinde televizyon tüplerini taşıyan bir Versatran. *(üstte) Kolun ucuna, alışılmış tutucu düzenek yerine, emme gücüyle çalışan bir başka sistem takılmıştır. Beyaz bölmenin içinde yukarı - aşağı hareket edebilen parça, ileri-geri kayan kolu taşımaktadır.*

ROBOTLAR

Çekçe «iş» ya da «çalışma» anlamına gelen «*robota*» sözcüğünden kaynaklanan robot deyimi, ilk kez

Versatran'*ın tutucu parçası. (altta) Resmin solunda görülen sistem, kolu ileri-geri hareket ettiren mekanizmanın bir parçasıdır.*



Çek yazarı Karol Çapek'in 1920 yılında yazdığı «*Rossom'un Evrensel Robotları*» adlı oyunda kullanılmıştır. Robot, kabaca, insanın bazı işlevlerini yerine getirebilen bir makina olarak tanımlanabilir. Endüstride kullanılan robotların genellikle bir tek kolları vardır. Bunlar montaj hatlarında ve kalıp döküm makinalarında, madde iletimi gibi yinelenen işlerde kullanılırlar.

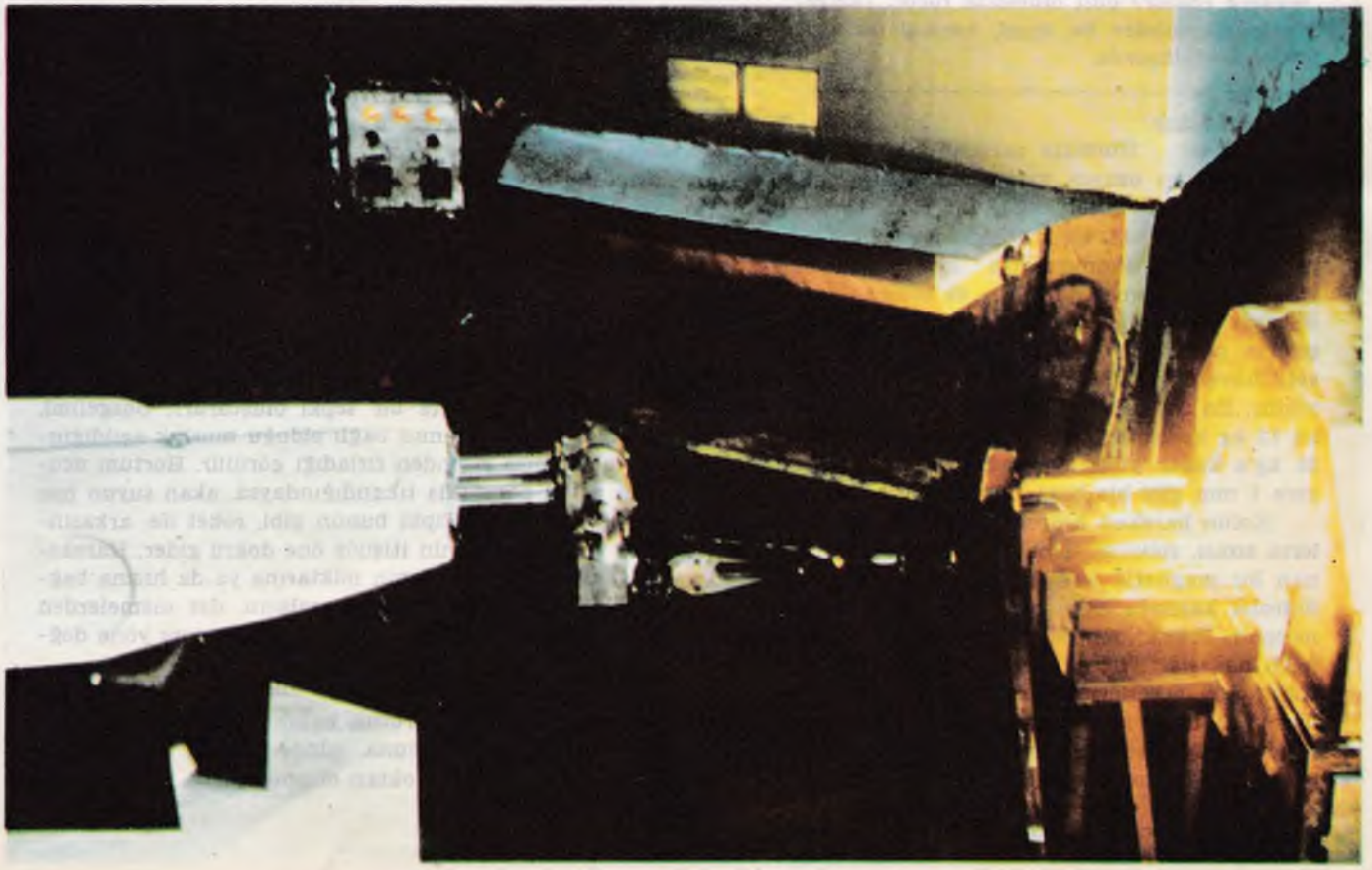
Çok sayıda standart parçayı işleyen makinalarda, bu parçaları bir işlemden bir sonrakine ileten kollar bulunur. Bu kollar, ana makinadan kumanda edilmesine ve öngörülen işlevden başka iş yapamamalarına karşılık, modern endüstri robotlarının öncüleri olarak kabul edilebilirler. Düzeneğin hızı, buna kumanda eden sisteme bağlıdır. Hareketlerini makinanın ana milinden alıyorlarsa dakikada 70 kez hareket edebilirler, ama hareketi ayrı bir motor sağlıyorsa, elde edilen en büyük hareket hızı, dakikada 50'dir.

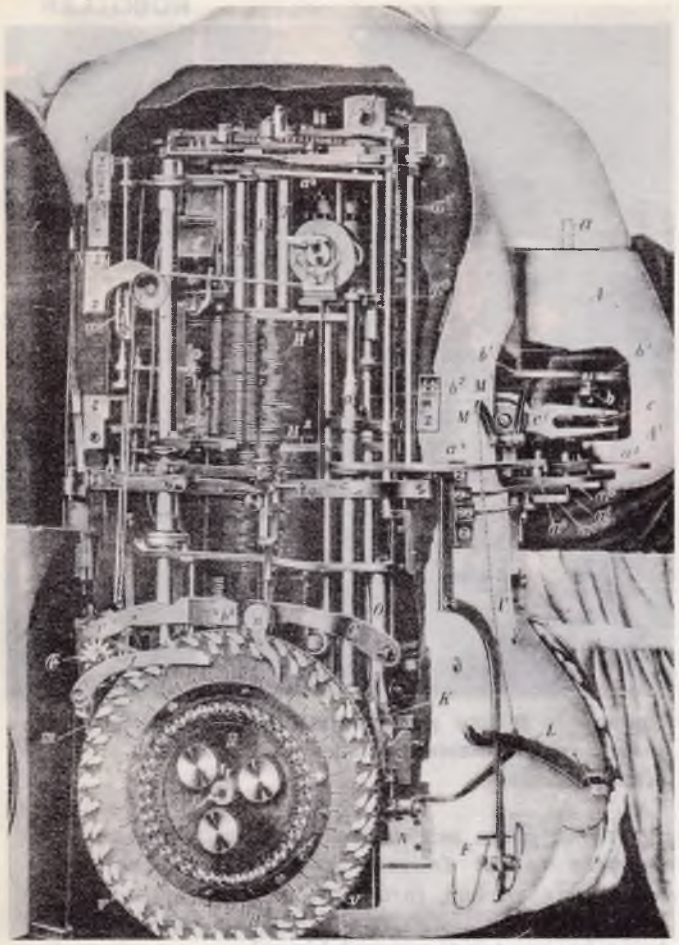
İlk endüstri robotlarından biri, «el»lerinden biri uzayabilen bir kola bağlı olan «*Planobot*» adlı robottu. Kol, yukarı-aşağı 60 derece eğilebilir, dikey bir eksen çevresinde de 360 derece dönebilirdi. El ile kol arasındaki «bilek» eklemi de dönebilecek biçimde yapılmıştı ve bütün hareketler, hidrolik motorlar ya da pistonlarla sağlanırdı. Programlanabilen bu robot, önceden belirlenmiş 45 hareketi belirli bir sıra içinde yerine getirebilir ve her durumda istenildiği kadar bekletilirdi.

Günümüzün en tanınmış modern endüstri robotları, «*Unimate*» ile «*Versatran*» adındaki makinalardır. Uzayıp kısalan ve alçalıp yükselen kollu «*Unimate*»e karşılık, «*Versatran*»ın kolu, dikey bir yol izleye-

Unimate'*in tutucu mekanizması hidrolik olarak çalışır. (üstte) Resimde sıvıyı ileten borular görülmektedir.*

Bir fırına parça getirip götürmede kullanılan Unimate. *(altta) Endüstri robotlarının en önemli özelliklerinden biri, insanlar için zararlı olan ortamlarda çalışabilmeleridir. Makina, 180 hareketi belirli bir sıra içinde yapacak biçimde programlanabilir.*





Pierre Jaquet-Droz'un 1774 yılında yaptığı «The Writer» *(yazar) adlı otomatik robot. (üstte) Programlanabilen bu aygıt, normal bir kalemle çok güzel yazabiliyordu.*

rek inip kalkar.

Unimate: Unimate robotun beş temel hareketi vardır: Kolun uzayıp kısalması; kolun yukarı-aşağı hareket etmesi; kolun dikey bir eksen çevresinde iki yana dönmesi; elin bilek eklemi çevresinde dik açı yapacak biçimde dönmesi; elin aynı eklem çevresinde yana doğru dönmesi. Bunlara ek olarak, elde, basınçlı havayla çalışan ve boyları yaptıkları işleme göre değişebilen parmaklar bulunur. Parmakların sıkma kuvveti, havanın basıncına bağlıdır ve 1 600 newtona erişebilir. En üst çalışma hızında, robotun en büyük yükü 12 kg kadardır. Daha düşük hızlardaysa bu değer, 35 kg'a kadar yükselebilir. Robot, cisimleri, istenilen yere 1 mm gibi bir hata payıyla yerleştirir.

Kolun hareketi hidrolik olarak sağlanır. Hareketlerin sırası, robotun içindeki denetim biriminde bulunan bir magnetik silindir üstüne kaydedilir. Her kol, hidrolik kaynağa bağlı bir *servo valf* aracılığıyla denetlenir. Servo valfı da, *komparatöre* (karşılaştırıcı) bağlı bir *servo yükseltici* çalıştırır. Komparatöre, hem üstünde hareketlerin sırası bulunan magnetik silindirden, hem de kolun hareketlerini denetleyen *kodlayıcı*dan bilgi iletilir. Böylece kolun her hareketi, çok duyarlı bir biçimde denetlenir.

Robotun yapması gereken hareketlerin sırasını programlamak için, servo yükseltici, komparatör yerine elle kumanda edilen bir denetim birimine, kodlayıcının çıkışı da magnetik silindire bağlanır. Denetim biriminden yönetilen robot, istenilen hareketleri yaparken, kodlayıcı, bu hareketleri ölçer ve magnetik silindire kaydeder. Silindire 200'den fazla hareket dizisi kaydedilebilir.

Versatran: Versatran'da robot kolu, bir mil üstünde yukarı-aşağı kayan bir parçaya yatay olarak monte edilmiştir. Kolun uzayıp kısalmasını ve dikey hareketini hidrolik sistemler sağlar. Robot, *Unimate*'de olduğu gibi programlanır, ancak bilgiler, silindir yerine, magnetik bantlara kaydedilir. İstifleme ve yükleme işlerinde el, bir durumdan bir başkasına geçerken en kısa ve hızlı yolu kullanır. Daha karmaşık işlerdeyse, *sürekli* denetim sistemi yeğlenir. Bu yöntemde, elin her hareketinin hızı ve ivmesi dikkatle denetlenir, hareket boyunca gelen bilgiler iki magnetik bant üstüne kaydedilir.

Robotların başlıca yararlarından biri, insanlar için zararlı sayılan koşullarda çalışabilmeleridir. Sözgelimi, ışınımın yüksek olduğu yerlerde ya da yüksek sıcaklıktaki cisimleri taşımada robotlar kullanılabilir. Uzaktan kumanda edilen sualtı araçları da robotlarla yakından ilgilidir. 1 000 metre derinliğe kadar dalabilen bu araçlarda mürettebat bulunmadığından, büyük, basınçlı gövdelere gerek kalmaz. «*Curv*» adındaki bu tür bir araç, İspanya kıyısı açıklarında 750 metre derinde bulunan A.B.D. yapımı bir hidrojen bombasını çıkarmak için kullanılmıştır.

ROKET

Roket terimi, havasız çalışan jet motoru için kullanıldığı gibi, bu güçle uçan araçlar için de kullanılmaktadır. Bilimsel aygıtları kısa parabolsü uçuşlarla atmosferin kenarına kadar götüren küçük roketlere, «*sondaj roketleri*» denir. Uzay araçlarını yörüngelerine taşıyacak biçimde yapılan büyük ve çok kademeli roketlerse, «*taşıyıcı araç*» diye adlandırılır. Bunların motorları, sıvı yakıtla olduğu gibi, katı yakıtla da çalışabilmektedir.

Temel ilke: Roket itiş gücünün temel ilkesi, NEWTON'un üçüncü hareket yasasıdır (her etki, ters yönde ve aynı güçte bir tepki oluşturur). Sözgelimi, bir bahçe hortumunun bağlı olduğu musluk açıldığında, hortumun yerinden fırladığı görülür. Hortum ucunun yarısı parmakla tıkandığındaysa, akan suyun hızı ve basıncı artar. Tıpkı bunun gibi, roket de, arkasından atılan maddenin itişiyle öne doğru gider. Hareketin hızı, atılan maddenin miktarına ya da hızına bağlıdır. Yanan ve genişleyen gazların, dar memelerden geçirilip hızlandırılarak atılması, roketi ters yöne doğru iter.

Tarihçe: Tarihte bilinen ilk roket, XIII. yüzyıl başlarında Çin'de, barutun bulunmasından sonra yapılmıştır. Bu roket, ucuna, içinde barut bulunan bir tüpün bağlandığı bir oktan oluşmaktaydı. Çubuk-den-

geli roketler hızla gelişti ve Batı'ya yayıldı. XIII. yüzyılın ortalarında önce Moğollar, sonra da Araplar, savaşlarda roket kullanmaya başladılar. Roket, Fransız haçlıları tarafından Avrupa'ya da getirildi. 1429 yılında Jeanne d'Arc yönetimindeki Fransız askerleri Orleans'ı roketlerle savundular. Ne var ki, aynı dönemde top ve küçük silahlar daha etkili olduğundan, roket kullanımı bırakıldı.

1792 yılında Hindistan'da çarpışmakta olan İngiliz askerleri, küçük metal gövdeli roketlerle yapılan saldırıların çok etkili olduğunu gördüler. 1804 yılında, Woolwich silah fabrikası müdürü Albay Congreve, bu yalın roket üstünde çalışmaya başladı. Roketi, yangın başlığı ya da patlayıcı başlık takarak, etkili bir silah haline getirmeyi başardı.

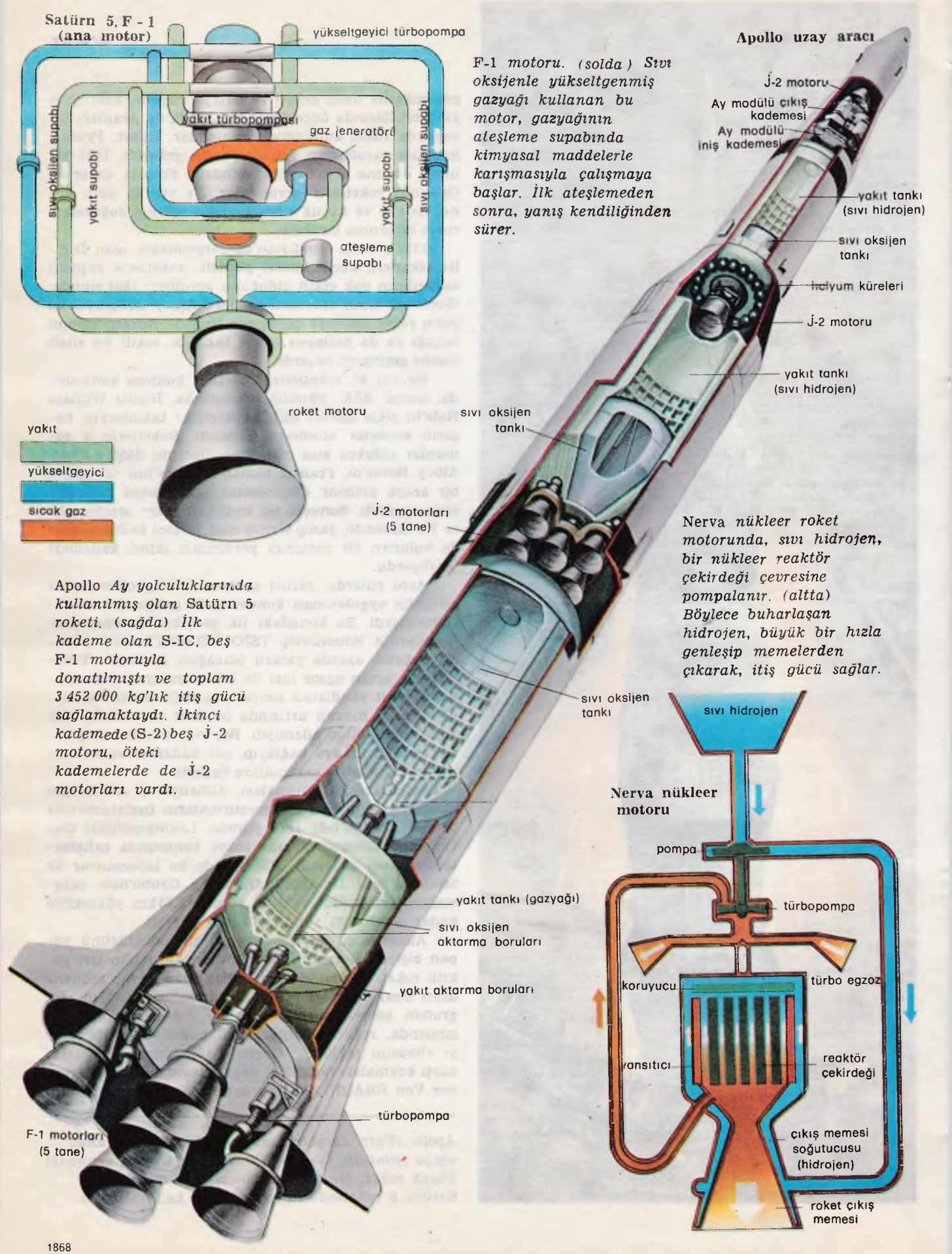
Ne var ki, roketlerin hedefleri bulması konusunda, ancak XIX. yüzyılın ortalarında, İngiliz William Hale'in çıkış ağzına eğik kanatçıklar takmasıyla, başarılı sonuçlar alınmaya başlandı. Roketlerin o zamanlar oldukça kısa olan menzilleri de, 1855 yılında, Albay Boxer'ın, Fransız uzman Frezier'nin iki roketi bir araya getirme düşüncesini uygulamaya geçirmesiyle artırıldı. Sonuçta iki kademeli roket ortaya çıktı. Bu sistemde, yanıp bitmiş olan birinci kademe, arada bulunan bir patlayıcı yardımıyla ikinci kademeyi ateşliyordu.

Aynı yıllarda, yanıcı sıvıların itici gücü ve roket gücünün uygulanması konusundaki çalışmalar sürdürülmekteydi. Bu konudaki ilk gerçekçi kuramcı olan Konstantin Eduardoviç TSİOLKOVSKİY, 1883 yılında, roketin uzayda yararlı olacağını düşündü. Tsiolkovskiy, artan egzoz hızı ile kütle oranının (ilk ağırlığın, yakıt yandıktan sonraki ağırlığa oranı) önemini ve araç hızının artışında bu ikisi arasındaki bağı anlayan ilk bilim adamıydı. Böylece roketleri yan yana ve arka arkaya bağlayıp, çok kademeli roket motorları konusunda çalışmalara başladı.

Tsiolkovskiy'in çalışmaları, Almanya ve A.B.D. gibi ülkelerde, aynı konuda araştırmaların başlatılmasına yolaçtı. S.S.C.B'nde 1929 yılında, Leningrad'daki Gaz Dinamiği laboratuvarında roket konusunda çalışmalara resmen başlandı. 1933 yılında bu laboratuvar ile Moskova'daki Jet Gücü Araştırma Grubu'nun çalışmaları birleştirildi ve 1936 yılında 5,63 km yüksekliğe kadar çıkan sıvı yakıtlı roketler yapıldı.

Almanya'da bu tür çalışmaların öncülüğünü yapan kişiyse, Hermann Oberth oldu. Oberth'in sıvı yakıtlı roket kuramı, 1927 yılında, birkaç genç mühendisin Uzay Uçuşları Birliği'ni kurmalarını sağladı. Bu grubun gerçekleştirdiği deneyler, Almanların savaş sırasında, roketli silahlar gücü bakımından ilk sırayı almasını sağladı. Grubun, 1934 yılında nazilerin karşı koymaları nedeniyle dağılmasından sonra, Wernher Von BRAUN gibi bazı üyeler askeri araştırmalara

Apollo II'nin Ay yolculuğu için 1969 Temmuzunda uzaya fırlatılışı. (solda) Komuta modülünün ucundaki küçük roket, bir tehlike durumunda modülü, Satürn 5 *roketinden ayırmak için kullanılacaktı.*



F-1 motoru. (solda) Sıvı oksijenle yükseltgenmiş gazyağı kullanan bu motor, gazyağının ateşleme supabında kimyasal maddelerle karışmasıyla çalışmaya başlar. İlk ateşlemeden sonra, yanış kendiliğinden sürer.

Apollo *Ay yolculuklarında kullanılmış olan* Satürn 5 *roketi. (sağda) İlk kademe olan* S-IC, *beş* F-1 *motoruyla donatılmıştı ve toplam 3 452 000 kg'lık itiş gücü sağlamaktaydı. İkinci kademede* (S-2) *beş* J-2 *motoru, öteki kademelerde de* J-2 *motorları vardı.*

Nerva nükleer roket motorunda, sıvı hidrojen, bir nükleer reaktör çekirdeği çevresine pompalanır. (altta) Böylece buharlaşan hidrojen, büyük bir hızla genleşip memelerden çıkarak, itiş gücü sağlar.

başladılar. Von Braun, Almanların V-2 roketlerini geliştirme çalışmalarına öncülük etti, daha sonra A.B.D' ne giderek, *Apollo* programına kadar bu konudaki çalışmalarını sürdürdü (ama, A.B.D'nde roket konusundaki çalışmaların öncülüğünü Robert GODDARD yapmış, küçük grubu ve kısıtlı harcamalarıyla çalışmalara 1920 yıllarında başlamış, 1926'da da ilk sıvı yakıtlı roketi uçurmayı başarmıştır).

1945 yılında A.B.D., uzay uçuşları ile pek ilgilenmemekle birlikte, balistik füzelerin önemini anlamış bulunuyordu. Almanya'nın yenilmesiyle, A.B.D. ve S.S.C.B'nin eline geçen roket teknolojisi, Ay'a ilk insanın inişine kadar sürekli olarak gelişti.

Roket sistemleri: Roket gücünün sağlanmasında çeşitli yöntemler kullanılmasına karşılık, tümünün temelini Newton yasası oluşturur. İtiş gücü sağlayan sistemler için karşılaştırma ölçütü, *özgül itiş gücü*dür (I_{sp}). Özgül itiş gücü, birim yakıttan, bir saniyede alınacak olan itiş gücüdür. I_{sp} saniye olarak ölçülür ve egzoz hızı ile doğrudan ilgilidir (yaklaşık 102 saniyelik bir I_{sp} 1 km/saniyelik bir egzoz hızı sağlar). I_{sp} yükseldikçe, belirli bir itiş gücü için gerekli yakıt kütlesi azalır.

Yüksek itiş güçlü roketler: Çekim gücü olan gezegenlerden kalkış ve buralara yumuşak iniş yapmak için, itiş gücünün, araç ağırlığından fazla olması gerekir. Bu amaçla kullanılan roket motorları, kimyasal ya da nükleer güçlü roketlerdir. Kimyasal türlerde katı ve sıvı yakıtlar kullanılır. İkisi de, yanarak egzoz tepkisi sağladığından, oksijen kaynağı gerektirir. Katı yakıtlar genellikle, barutla ateşlenen bir kuru yakıt ile oksijen bakımından zengin, kuru kimyasal madde karışımından oluşurlar (polizobüten ve amonyum perklorat karışımı gibi). Bu tür yakıtların, yalınlıklarının sağladığı olumlu özelliklerine karşılık, I_{sp}'lerinin düşük olması ve büyük yanma odası gerektirmeleri gibi sakıncaları vardır.

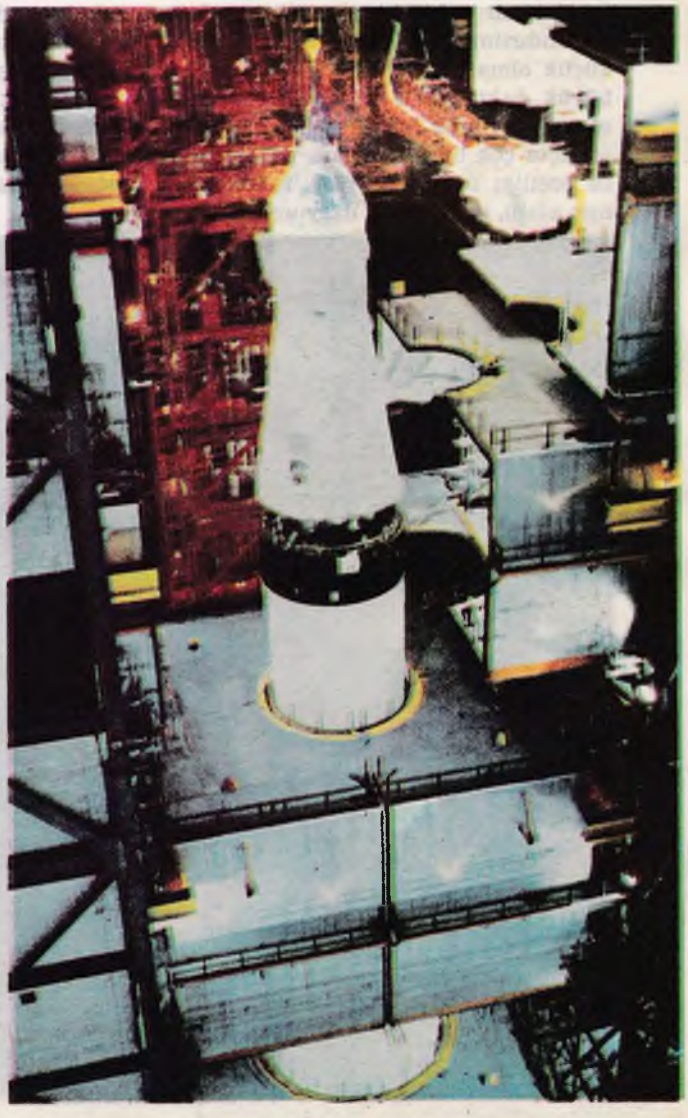
Hidrazin ve sıvı hidrojen gibi yakıtlar ile sıvı oksijen gibi yükseltgeyici maddelerin türbopompalarla ayrı ayrı küçük yanma odasına pompalandığı modern sıvı yakıtlı motorlar, istendiği zaman durdurulabilir, yeniden çalıştırılabilir ve gaz ayarı yapılabilir. Ne var ki, bu tür motorlar oldukça karmaşıktırlar ve arıza olasılığını artırmaktadırlar.

Geleceğin yüksek güç sistemi olarak, nükleer itiş gücü üstünde durulmaktadır. Fizyon tepkimesiyle çok yüksek ısı veren katı çekirdekli maddeler, A.B.D'nde ve S.S.C.B'nde denenmiştir. Bu tür bir sistemde, çekirdek üstüne pompalanan yakıt ısınarak bir memeden dışarı çıkar. Hâlâ üstünde çalışılmakta olan füzyon roketindeyse, güneşte olduğu gibi, çok yüksek enerji veren bir hidrojen çevrimi sürecinden yararlanılmaktadır.

Günümüzde yapılan bazı deneylerde de, bir güç kalkanı arkasında, magnetik alan etkisiyle dizilmiş

Meteoroloji araştırmalarında kullanılan aygıtları atmosferin üst tabakalarına taşıyan bir Bristol Aerojet Petrel *roketi. (üstte) Bu roketler katı yakıt kullanan güçlü roket motorlarıyla donatılmışlardır ve 20 kg'a kadar olan aygıtları 130 km yüksekliğe çıkarabilirler.*

Satürn 5 roketinin yapımı. (altta)



Satürn 5'in üstündeki F-1 *motorlarından birinin ve sıvı hidrojen yakıtı buharlaştırmak için bir nükleer güçten yararlanan* Nerva *nükleer motorunun çizimleri. (solda)*

olan küçük nükleer bombacıklar, lazer ışınıyla bombardıman edilmektedir. Bu tür bir enerjiyle, yörünge giriş ve çıkışları için gerekli sert hız artışlarının ya da hızlı uzay uçuşlarının gerçekleştirilebileceği düşünülmektedir. Ancak, çevre kirlenmesi, bu türün dünya üstünde kullanımını engellemektedir.

Küçük boyutlardaki kimyasal roketler, günümüzde, yörünge değiştirmelerde, yörüngeye giriş-çıkışlarda, uzay uçuş başlığı değiştirmelerinde, uyduların ve sonda araçlarının denetlenmesinde ve roket kademelerinin ayrılmasında kullanılmaktadırlar. Katı yakıtlar, yalnızca bir tek yanış gerektiren durumlarda (*kademe ayırması* gibi) kullanılır.

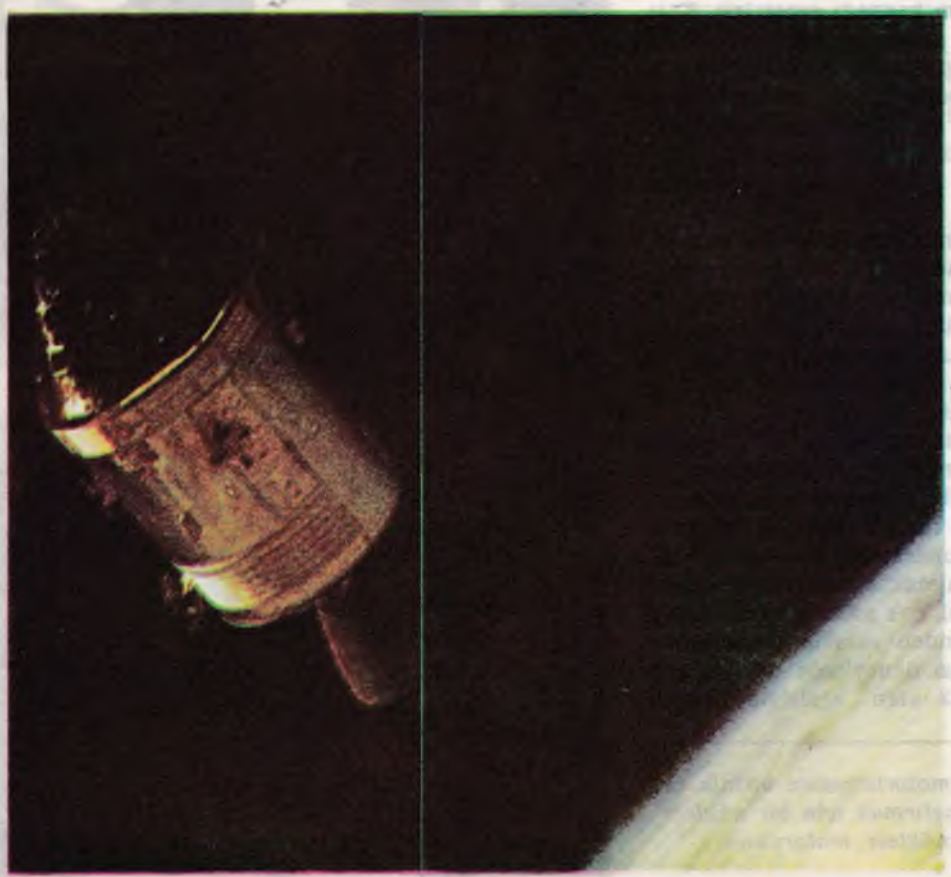
Düşük itiş güçlü roketler: Günümüz teknolojisinde, çok yüksek I_{sp} sistemleri, motor ağırlığına göre çok kısa süreli itiş gücü sağlayabildiklerinden, yalnızca EYLEMSİZLİK'in bulunduğu durumlara elverişlidirler. Bu sistemlerden, gelecekte kullanılma olasılığı en büyük olanlardan biri, uzay uçuşları deneyleri yapılmış olan elektrostatik roketler ya da iyon roketleridir (Bk. İYON TAHRİĞİ). Bunlar cıva ve sezyum iyonlarının yalıtılması ve egzoz oluşturacak biçimde hızlandırılmasıyla çalışırlar. Bu tür, itiş gücünün çok küçük olmasına (yaklaşık 0,2835 gr) karşılık, oldukça büyük yakıt yükü ve nükleer jeneratörüyle sürekli olarak (aylarca, hattâ yıllarca) hızını artırmakta ve sonuçta çok büyük hızlara erişebilmektedir. Söz konusu özelliği nedeniyle iyon roketlerinin başlıca kullanım alanı, uzun süreli uzay uçuşlarıdır.

Elektromagnetik ya da *plazma* roketleri üstündeki çalışmalar da sürdürülmektedir. Bu tür roketlerde, hidrojen gibi bir gaz, bir elektrik arkı tarafından nötr plazma ya da itici gaza dönüştürülmekte ve sonra, bir magnetik alan tarafından hızlandırılmaktadır. Düşük itiş güçlü roketlerde, nükleer güçten yararlanma konusu da incelenmektedir.

I_{sp} değerleri: Kimyasal roketler için tipik I_{sp} değerleri şunlardır: Katı, 245 saniye; sıvı oksijen-gazyağı (*Satürn 5* roketi birinci kademesi), 260 saniye (deniz düzeyi); sıvı oksijen-sıvı hidrojen (*LH_2-Satürn 5* üst kademesi) 456 saniye (vakumda). Nükleer roketlerde aynı değerlerse şunlardır: Katı çekirdek-*LH_2*, 600-1 500 saniye; gazlı çekirdek, 3 000 saniye; iyon 10 000 - 100 000 saniye; plazma 20 000 saniye kadar; foton, 10 milyon saniyeye kadar.

Yapım ve fırlatma: Çeşitli çalışmalara karşılık, roket araştırmaları hâlâ büyük ölçüde kimyasal motorlar üstünde toplanmıştır. Daha iyi yakıtlar bulmak ve bunları daha uygun biçimlerde kullanmak için yeni yöntemler aranmaktadır. Bu konuda ortaya çıkan en büyük sorun, çalışma sıcaklık ve basıncına dayanabilecek malzeme bulunması ya da en uygun esnekliğin, sertliğin, hafifliğin, temizliğin ve ısıl iletimin sağlanabilmesidir. Yanma odalarında genellikle bakır alaşımları, yapı öğelerinde de alüminyum alaşımları kullanılmaktadır. Küçük roket motorlarında bazen fiberglas da yararlı olmaktadır.

A.B.D'nde motorlar, genellikle, belirli bir itici ka-



Apollo kapsülü ve servis modülü. (solda) Servis modülünde, yakıt olarak azot tetroksür ve hidrazin kullanan, 10 ton itiş güçlü bir roket motoru vardır. Motor, yön düzeltmeleri, Ay yörüngesine girmek için hız düşürme ve Dünya'ya dönüş için güç sağlama gibi görevlerde kullanılmıştır.

Satürn 5, *Apollo programında fırlatma aracı olarak kullanılmıştır. (sağda) Üç kademeli bir roket olan bu uzay aracının ilk kademesi, gazyağı-sıvı oksijen, öteki iki kademesi de sıvı hidrojen-sıvı oksijen motorlarıyla donatılmıştı.*

demesi için yapılmaktadır. Her kademe, kendi içinde bir roket oluşturur. NASA tarafından parasal destek gören yapımcı firmalar, çeşitli tipler üstünde çalışmakta ve bunların arasından en uygun olanları seçilmektedir. Bu tür yapımlarda genellikle, gövde, yapı öğeleri ve yakıt tankları, büyük uçak fabrikalarından biri tarafından üretilmekte, değişik yerlerde yapılan motorlar aynı yerde monte edilmektedir. Roket kademeleri, yapıldıkları yerlerden ayrı ayrı, uçakla, karayoluyla ve bazı durumlarda büyük treylerlerle(*Satürn 5* füzesinin büyük alt kademeleri gibi) fırlatma alanına getirilmekte ve fırlatma rampası üstüne dik olarak monte edilmektedir. Buna karşılık *Satürn IB* ve 5 *Apollo*, dünyanın en geniş binası olan Cape Kennedy'deki montaj binasında dikey olarak monte edilmişler ve sonra dev bir taşıyıcıyla 2,5 km uzaklıktaki fırlatma rampasına taşınmışlardır. S.S.C.B'nde yapılmış olan Standart «S» adlı roket motoru, A.B.D. motorlarından daha büyük ve güçlü olduğundan, yatay olarak monte edilmiş ve fırlatma rampasına trenle getirilerek, orada dikey duruma sokulmuştur.

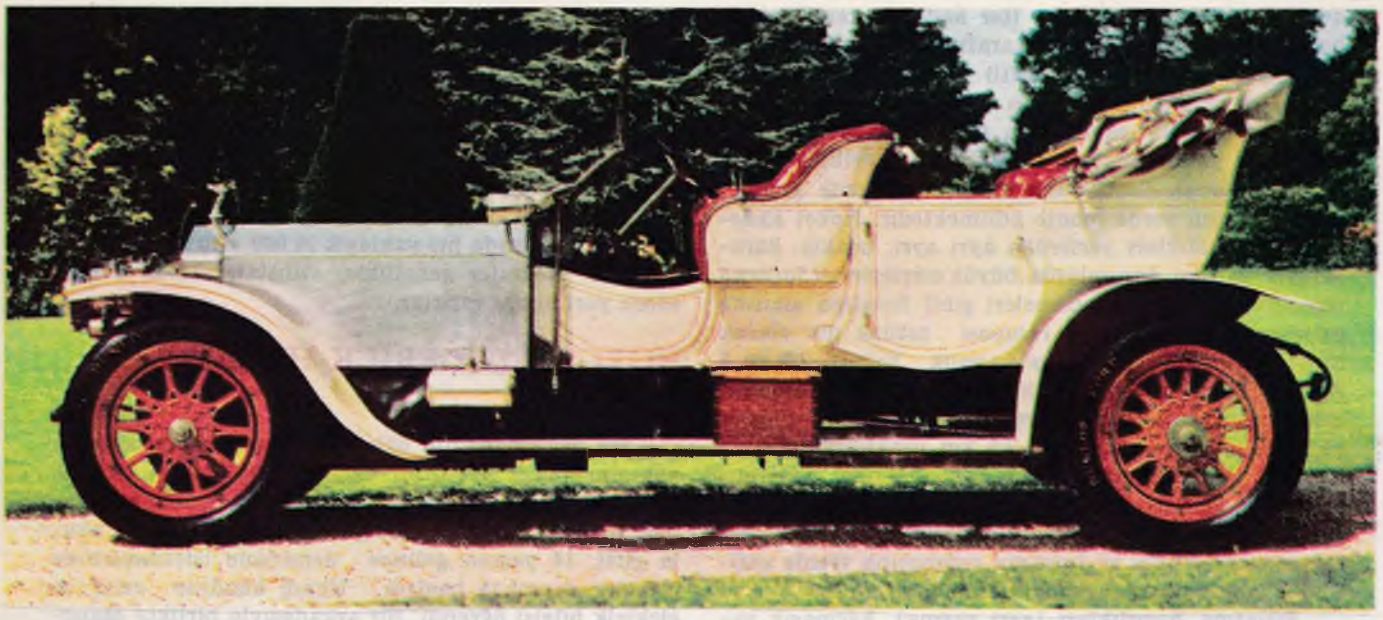
Fırlatma hazırlıkları (geri sayma), karmaşık yakıt ikmali ve çeşitli denetim işlemleri nedeniyle günlerce önceden başlar. Son ateşleme işlemleri genellikle üç dakika geri saymakla otomatik olarak yapılır. Tutucu kollar, roket motorlarını 2-4 saniye kadar tutarlar. Roketin yükselmesiyle azalan hava, roket motorlarının egzozlarını kısaltıp genişletir. Yalnızca uzayda çalışacak biçimde yapılmış olan üst kademe motorlarındaki egzoz çanları, daha uzun ve daha dardır. Özellikle katı yakıt motorlarında yön denetimi, bu çanların hareketleriyle sağlanır. Uzaya çıkış sırasında bazen, ivme yüklerinin azaltılması amacıyla, roket motorlarından biri susturulur. İlk kademenin yakıt tüketip ayrılması, 48-80 km'ler arasında olur. Böylece, bir ya da daha çok üst kademe roketi, yükü, 300 km'yi aşkın yüksekliklerde bulunan yörüngelere götürür. Bu sırada hız yaklaşık 28 000 - 30 000 km/saati bulur. Roketler genellikle, atılıştan 12-13 dakika sonra yörüngeye varırlar.

ROYCE, FREDERİCK HENRY (1863-1933)

Bir değirmencinin oğlu olan Royce, Peterborough yakınlarındaki Alwalton kasabasında doğdu. Küçük yaşlarda çeşitli araçlara ilgi duydu. 9 yaşındayken babası öldü. 11 yaşına kadar gazete sattı, bir yıl da okula gitti. 14 yaşına gelince demiryolu işletmelerinde çıraklık yapmaya başladı. Kendi kendine cebir ve elektrik bilgisi öğrendi. Bir arkadaşıyla birlikte Manchester'da bir atölye açtı (başlangıçta lamba teli ürettiler, sonra da zil yapımına geçtiler). Royce, yeni bir dinamo çizimini gerçekleştirince, işleri hızla büyüdü.

Satın aldığı bir otomobille yaptığı deneylerden sonra, 1904 yılında Royce, üç deneysel otomobil yapmaya karar verdi. İki silindirli 10 BG'lük bu otomobiller, üst giriş supaplı (günümüzde pek raslanılmaz), aşırı sıcaklığı azaltmak için büyük su soğutma aralıklı, rahatlık için ek yaylı ve üç ileri-bir geri vitesli araç-

Royce 1911'de sağlığı bozulduğu zaman çekildiği, Sussex'teki evinin kapısında. (altta)



40/50 BG'lük Rolls-Royce Silver Ghost 1906'da yapıldığı zaman, dönemin öteki otomobillerini çok geride bırakmıştı. Resimde (üstte) düynanın en ünlü otomobillerinden biri olan bu aracın, 1909 modeli görülmektedir.

lardı. Royce, bobin ve distribütör ateşleme sisteminin çizimlerini kendi yapmış, ayrıca, kendine özgü bir karbüratör de geliştirmişti.

1904 yılında otomobil firmasında atılım yapmak isteyen Charles Stewart Rolls, Royce'la bir anlaşma yaptı. Rolls-Royce adı altında iki silindirli 10 BG'lük otomobiller üretmeye başlayıp büyük başarı kazandılar.

1911 yılında Royce'un sağlığı bozuldu. Ömrünün geri kalan zamanını yardımcılarıyla birlikte yeni modeller geliştirmekle geçirdi.

Birinci Dünya savaşının patlak vermesiyle, bütün Rolls-Royce arabaları ordunun emrine verildi. Hükümet, Royce'tan Fransız ve İngiliz projelerine göre uçak motorları yapmasını istedi. Royce başka bir model geliştirmek için çalışmalara başladı. Ortaya, 200 BG'lük, 450 kg ağırlığında, *V* yapılı, on iki silindiri olan su soğutmalı bir motor çıktı. 1915'te «*Eagle*» (Kartal) adlı ilk motor denemeye girdi (bütün Rolls-Royce uçak motorlarına yırtıcı kuşların adı verilmiştir). Bu motorun arkasından «*Hawk*» (Şahin), «*Falcon*» (Doğan) ve «*Condor*» (Akbaba) adlı motorlar yapıldı.

RÖLATİVİTE Bk. GÖRECELİK

RÖLE

Röle, magnetik ya da elektromagnetik olarak çalışan, elektrikli bir anahtardır. En yaygın tür olan elektromagnetik rölelerde, dış devreden gelen akım, içinden geçtiği bobinin elektromıknatıs özelliği göstermesini sağlar. Oluşan magnetik alan, «yumuşak» demir bir armatürü çeker. Bu armatür de, rölenin tipine göre bir ya da daha çok bağlantıyı kapatır ya da açar. Elektrik devrelerine uzaktan kumanda edilmesi gereken uygulamalarda röleler çok önemlidir. Magnetik röleler, sürekli bir mıknatısın çok yakınında çalıştıklarından, bunları, «magnetik anahtar» diye adlandırmak daha doğru olur.

Elektromagnetik rölelerin yapımı sırasında düşünülmesi gereken etmenler, rölenin çalışacağı akım türü (alternatif ya da doğru akım), kontakların geçirebileceği en büyük akım, bunların sayısı ve çalışma hızlarıdır.

Alternatif ve doğru akımla kumanda: Rölenin bobininden akım geçtiği zaman, bobinin çevresinde *akı çizgileri* oluşur. Bu akının etkisinde kalan bölgede bulunan yumuşak demir armatür, magnetik devrenin *relüktans*ını (magnetik direncini) en aza indirecek biçimde hareket eder (Bk. MAGNETİZMA). Bu yüzden kumanda akımının doğru ya da alternatif akım olması bir fark yaratmaz ve armatür her zaman,magnetik devrenin relüktansını azaltacak yönde hareket eder. Ancak, alternatif akım kullanıldığı zaman oluşacak FOUCAULT AKIMLARI'nı azaltmak için, elektromıknatısın demir çekirdeğinin levhalar halinde yapılması gerekir. Bunun iki nedeni vardır: Foucault akımlarının istenmeyen bir ısı etkisi yaratmaları; düzeneğin çalışma hızını azaltmaları.

Kontaklar: Kontakların büyüklüğü ve biçimi ile bunların hangi maddeden yapılacağı, denetlenecek devrenin niteliklerine bağlıdır. Sözgelimi, yüksek güçlü anahtarlarda oluşan ark, birbirine değen yüzeyleri bozar ve kontakların birbirine yapışmasına neden olur. Bu yüzden, bu tür uygulamalara özen göstermek gerekir (Bk. SİGORTALAR ve DEVRE KESENLER).

Öte yandan, alçak gerilim uygulamalarında *kontak direnci* önemli bir etmendir. Röle kullanılan elektronik devrelerde, *kontak titreşimi* sorun yaratabilir. Kontak titreşimi, kontakların, bütünüyle kapanmadan önce, birkaç kez açılıp kapanmasıdır. Bütünüyle elektromagnetik sistemlerde, çalışma hızları genellikle titreşim hızından daha yavaş olduğundan, bunun önemi yoktur; ama çok daha hızlı çalışan elektronik devrelerde, titreşim kendini belli eder.

Alternatif akımlı denetim devrelerinde, her çevrim içinde akım ve bunun sonucunda da çekme gücü, iki kez sıfır olur. Kontaklar sert metalden yapılmışsa, bu koşullar altında sürekli titreşmeleri kaçınılmazdır. Bu yüzden kontaklar, gerilim altında birbirine değen yaylı pabuçlardan yapılır.

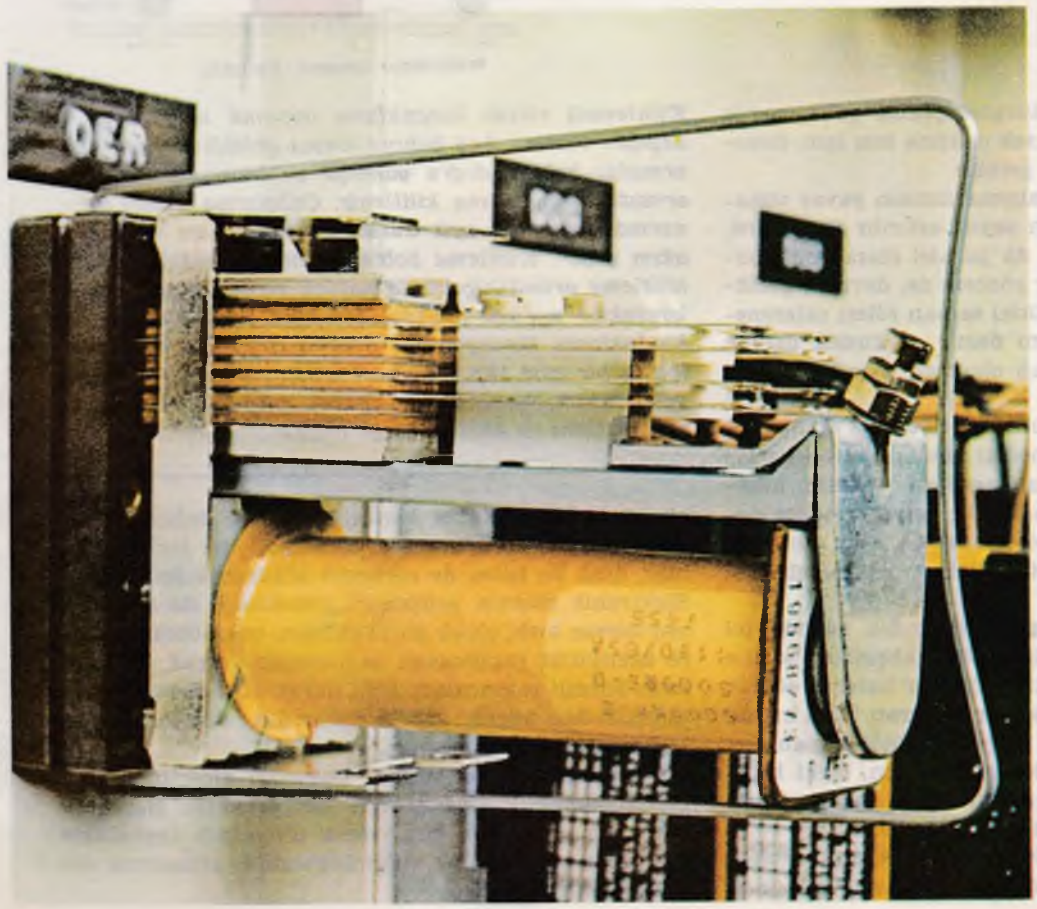
Kontakların düzenlenişi, gereken işlemlerin sırasına göre ayarlanır. Sözgelimi, kapatma, açma, değiştirme, açmadan önce kapatma, kapatmadan önce açma gibi işlemler, uygun sırayla birbirini izler. Karmaşık TELEFON santrallarında kullanılan telefon rölelerinde bulunan bu kontak türleri, bir rölenin aynı anda altı kontağı birden açıp kapatmasını sağlayacak biçimde yapılır.

Normal koşullarda,kontakların yüzeyleri bakırdan yapılır. Ama, güvenilir ve uzun ömürlü olmaları istenilen yerlerde, gümüş ya da altın yüzeyler kullanılır. Cıvalı devre açıp kapatıcı rölelerde, az miktarda cıva içeren cam bir tüp içine iki elektrot yerleştirilir. Röle, armatürün üstünde yeralır ve böylece, röle hareket ettikçe, iki elektrodu saran cıva, elektrik iletkenliğini sağlar.

Armatür yapısı: *Ampul röle* ile armatürü yaylı rölelerde, kontak ve armatür işlevleri birleştirilmiştir. Magnetik açıdan yumuşak bir çelikten ya da alaşımdan yapılan yayın, aynı zamanda akım geçirdiği için iyi bir iletken olması gerekir. Bobinden akım geçtiği zaman relüktansın en az olduğu konumu alan yay, kontakları açar ya da kapatır. Röleyi çalıştıran akım kesildiği zaman, yay eski konumuna döner.

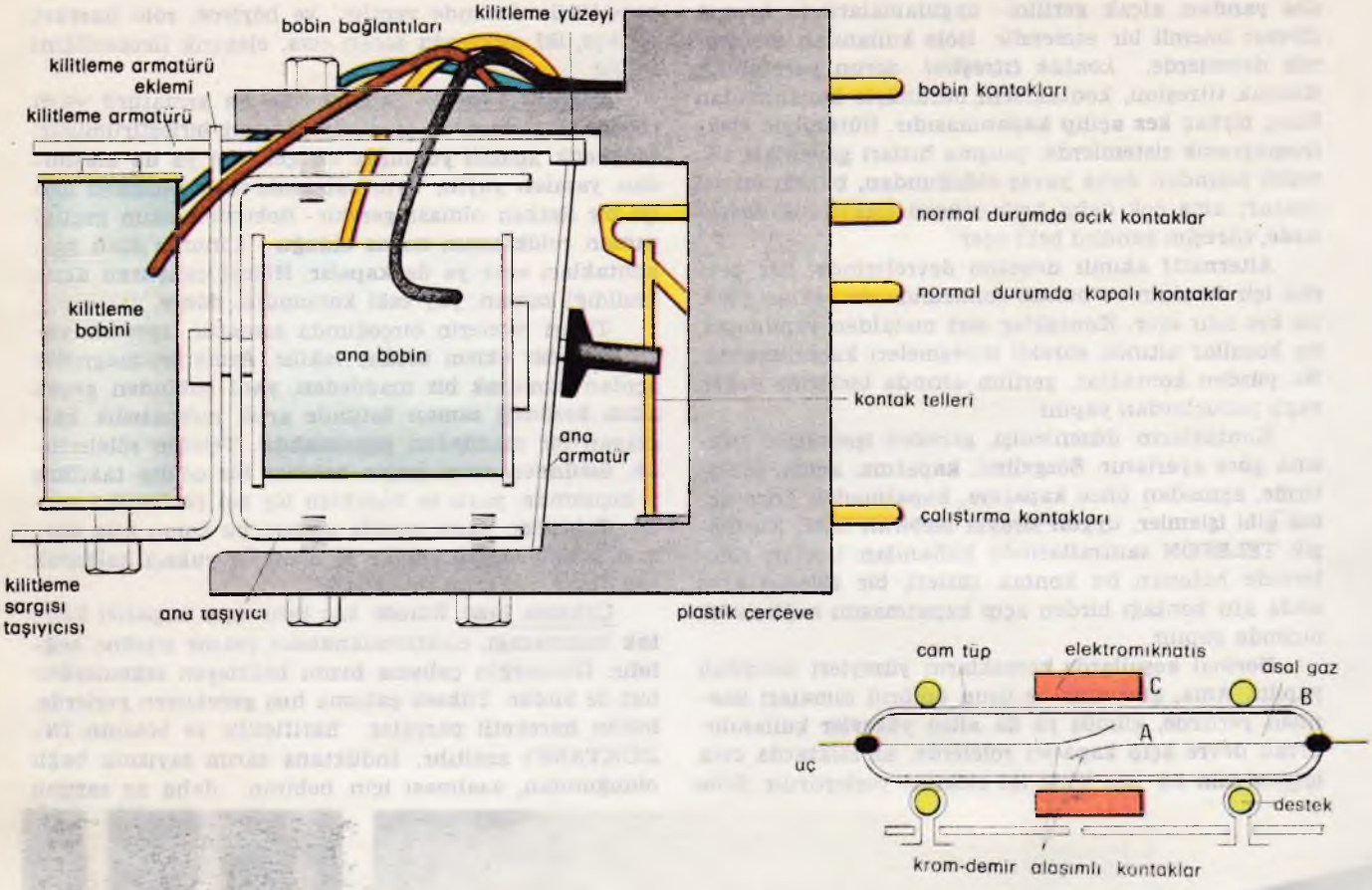
Ticari rölelerin birçoğunda armatür, ayrı bir yaya bağlı bir eklem üstüne takılır. Armatür, magnetik açıdan yumuşak bir maddeden, yani bobinden geçen akım kesildiği zaman üstünde artık mıknatıslık kalmayan bir maddeden yapılmalıdır. Telefon rölelerinde, üstünden akım geçen bobinin bir ucuna takılmış *L* biçiminde, yaylı ve hareketli bir kol (armatür) vardır. Bobinden akım geçtiği zaman, bu kolun kısa parçası bobine doğru çekilir ve öteki uç yukarı kalkarak asıl devreyi açar ya da kapatır.

Çalışma hızı: Rölede kaç tane açıp kapatıcı kontak bulunacağı, elektromıknatısın çekme gücüne bağlıdır. Düzeneğin çalışma hızını belirleyen etkenlerden biri de budur. Yüksek çalışma hızı gerektiren yerlerde, bütün hareketli parçalar hafifletilir ve bobinin İNDÜKTANS'ı azaltılır. İndüktans sarım sayısına bağlı olduğundan, azalması için bobinin daha az sarımlı



Kuru ampul röleler. (üstte) Kontaklar asal gaz içinde bulunduklarından, hava kirliliğinden etkilenmezler ve yıllarca bozulmadan çalışırlar.

Tipik bir röle. (solda) Bu, bir asansör rölesidir. L *biçimli armatür resmin sağında görülmektedir. Armatürün üst bölümü, yukarda yeralan kontakları çalıştırmaktadır.*



Kilitlemeli rölede kontakların durumu sinyallerle değişir. (üstte) Ana bobine sinyal geldiği zaman, ana armatür bobine doğru yaklaşır ve kilitleme armatürünün altına kilitlenir. Çalıştırma uçları ile normal durumda açık duran kontak uçları üstünden akım geçer. Kilitleme bobinine sinyal geldiği zaman, kilitleme armatürü ana armatürü serbest bırakır ve kontaklar normal duruma dönerler. Ampul röle, kontakların korozyonunu önleme amacıyla asal gaz içeren bir cam tüp içine yerleştirilir. Elektromıknatısa gelen akım, kontakları kapatır, magnetik devrenin relüktansını en düşük düzeye indirir.

yapılması gerekir. Buna karşılık çekme gücü, sarım sayısıyla birlikte artar. Yüksek çalışma hızı için, denetim akımının da artırılması gerekir.

Bazı durumlarda da, çalışma hızının yavaş olması istenir. Bu amaçla sarım sayısı artırılır ve bobine, seri olarak bir indüktör ya da paralel olarak bir kondansatör eklenir. Başka bir yöntem de, devreye geciktirici bir bobin ya da geciktirici zaman rölesi eklenmesidir. Geciktirici bobin, aynı demir çekirdek üstüne yerleştirilen birkaç sarımdan oluşmuş, ayrı bir bobindir.

Kilitlemeli röleler: Geleneksel rölelerde akım geçtiği zaman bir işlem, geçmediği zaman da başka bir işlem gerçekleşir. Bazı durumlardaysa, denetim amacıyla akım sinyalleri kullanılır. Bir sinyal, rölenin durumunu değiştirir; ikinci bir sinyal de, eski durumuna dönmesini sağlar. Bu tür rölelere, kilitlemeli röle denir.

Kilitlemeli rölenin yaygın türlerinden birinde, iki bobin ve iki armatür bulunur. Röle çalışırken, bobine alışılmış biçimde akım verilir. Armatür hareket ederek kontağı kapatınca, buna dik olarak duran öteki armatür yukarı doğru kalkar ve yayın etkisiyle kapalı durumda kalır. Kontağı yeniden açmak için, öteki bobine akım verilir. İkinci armatür aşağı doğru inince, ana armatür serbest kalır ve kontak açılır.

Ampul röle: Atmosfer etkisi, açılıp kapanan kontakların aşınmasını hızlandırır. Kontaklar üstünde oluşan ince tabakalar, kontak direncini değiştirir. Bu nedenle röle, koruyucu bir kutunun içine yerleştirilebilir, ama bu işlem de eskimeyi bütünüyle önleyemez. Elektronik rölenin gelişmesi (transistör ile tiristör), son derece hızlı, alçak güçle çalışan, uzun ömürlü devre öğelerinin yapılmasını sağlamıştır. Ancak, bu öğelerin önemli sakıncaları, açık durumdaki dirençlerinin «sonsuz»dan küçük, kapalı durumdaki dirençlerininse «sıfır»dan büyük olmasıdır.

Ampul röle, söz konusu kusurları giderilmiş olan elektromagnetik röle türüne bir örnektir. Hareketli parçaları tepkimeye girmeyecek bir ortam (genellikle arı, kuru azot) içinde bulunduğundan, atmosferle etkileşme olmaz.

Bir modern telefon santralınaaki röle dizisi. (üstte) Her rölenin önünde, L biçimli armatür görülmektedir. Bu armatürler, altlarındaki kontakları çalıştırır. Kontaklar birbirinden yalıtkan tabakalarla ayrılmaktadır.

Yumuşak krom-demir alaşımından yapılan iki tel, gerekli bükülmeyi ve esnekliği sağlayacak biçimde hazırlanır ve kontak yüzeylerine, kontak direncini azaltma amacıyla altın kaplanır. Daha sonra bu yüzeyler, bir cam tüp içine yerleştirilir ve tüp, atmosfer basıncında azotla doldurularak kapatılır. Kontak yüzeylerinin arasındaki uzaklık, normalde 100 mikron kadardır. Tüpün dışında belirli güçte bir magnetik alan bulunduğu zaman, kontaklar birbirine yaklaşır. Böyle bir alan, kontak yüzeyleri ekseni üstünde yeralacak biçimde, tüpün dışına yerleştirilen bir bobinle sağlanabilir.

RÖNTGEN IŞINLARI Bk. X IŞINLARI

RÖNTGEN, WİLHELM CONRAD (1845-1923)

X ışınlarını bulan Röntgen, Rheinland'lı bir kumaş tüccarının tek oğluydu. Gençliğinde ailesiyle birlikte bir Hollanda kasabasına taşındı.

İyi bir öğrenci olmamasına karşın, makina mühendisliği öğrenimi yaptığı Zürich Politeknik Enstitüsü'nde asistan olmayı başardı. 24 yaşında doktorasını verdi. Bir süre sonra da Almanya'da Würzburg Üniversitesi'nde fizik profesörlüğüne atandı.

1895 kışında, hiç bir ışığın dışarı sızmaması için bütünüyle kapalı bir katot ışını tüpüyle (Crookes tüpü), deneyler yapmaya başladı. Tüpten 5-10 cm uzaklıkta, baryum platinosiyanür kaplı bir kağıdın karanlıkta parladığını farketti. Bu ışıma, XVIII. yüzyılda, aralarında J.J. THOMSON'un da bulunduğu birçok fizikçi tarafından gözlenmiş, ama ilgi çekmemişti. Röntgen, bu raslantısal buluşun önemini kavradı ve 6 hafta laboratuvarına kapanarak, *X* ışınlarının özel-

Wilhelm Conrad Röntgen. (sağda)

İlk çekilen X ışını fotoğrafı, Röntgen'in karısı Bertha Röntgen'in sağ elinin filmiydi. (altta) Resimde parmağındaki alyans da görülmektedir.

liklerini inceledi.

Tüpün anodundan yayılan bu ışınlar, tüp camı tarafından tutulan katot ışınlarının tersine, tüpün dışında 2 m kadar bir uzaklığı etkileyebiliyordu. Röntgen, çeşitli maddelerin *X* ışınlarını geçirme derecesini inceleyerek, kurşuna yalnızca 1 mm işleyebildiklerini ortaya çıkardı. Bu araştırma sırasında, kurşunun siyah gölgesi dışında parmaklarının da göründüğünü fark etti. Et ve kemiğin geçirimleri farklı olduğundan, parmakların içinde daha koyu olan kemikler seçilebiliyordu.

Röntgen,bu yeni ışınların,ışık dalgaları gibi, elektromagnetik ışınımın çok kısa dalgaboylu türleri olduğunu ve magnetik bir alandan etkilenmediklerine göre, yüksüz taneciklerden oluştuğunu açıkladı.

Altı haftalık yoğun çalışmasının sonuçlarını yayınlayarak, bu yeni ışınlara «*X* ışınları» adını verdi. Ama, bazı fizikçiler, bunlara «*Röntgen ışınları*» demeyi yeğlediler.

Yararlı hale getirilmeden önce üstünde yıllarca çalışılması gereken pek çok buluşun tersine, Röntgen in *X* ışınları, hemen uygulamaya kondu. Bulunuşundan iki ay sonra bir hastanede, bir kırığın teşhisinde ve iyileştirilmesinde kullanıldı. Özellikle tıp alanında evrensel kullanıma erişen *X* ışınları, BECQUEREL'in fosforesans ve RADYOAKTİFLİK alanlarında yeni buluşlar yapmasını sağladı. X ışınlarını bulmasının yanı sıra Röntgen, dönen dielektriğin magnetik etkileri ve billurlarda elektriksel olaylar üstünde de araştırmalar yaptı.

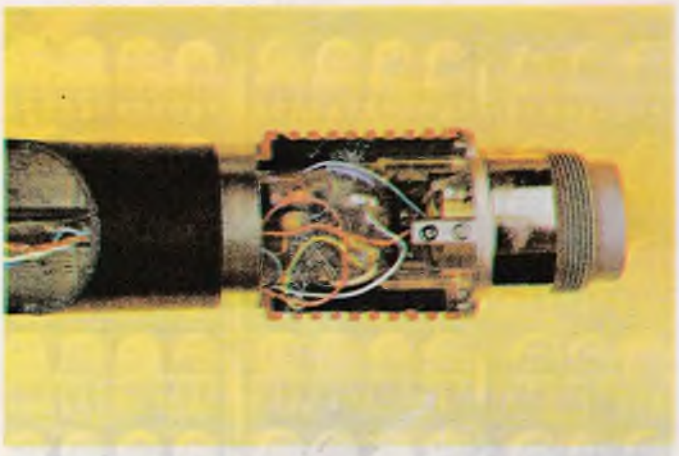
RÖPRODÜKSİYON

En eski basılı resimler, ağaç oymalarla yapıldı. Daha sonra hem ağaç, hem de metal oymalar kullanıldı.XVI. yüzyılın sonundaysa ağaç oymaların yerini, aşağı yukarı bütünüyle bakır oymalar aldı.

1800'de Senefelder tarafından LİTOGRAFİ'nin geliştirilmesi, sanatçılara, özgün çizimlerinin çok sayıda kopyasını çıkarma olanağı sağladı. Litografi, yağ ve suyun birbirine karışmaması ilkesine dayanır. Litografi levhaları, yağlı mürekkebi çeken görüntü alanları ile mürekkebi iten ıslatılmış görüntüsüz alanlardan oluşur. Eski yöntemde görüntü, doğrudan doğruya kireçtaşı üstüne çizilir ve merdaneyle mürekkep sürüldükten sonra, baskı, kağıda geçirilirdi. Litografi günümüzde de geniş ölçüde kullanılmaktadır. Ama artık, basılacak resim, fotoğraf yöntemleriyle alüminyum plakalar üstüne geçirilmekte ve baskı, rotatiflerle yapılmaktadır.

İlk fotoğraf-oyma 1829'da Joseph NİEPCE tarafından yapıldı. Niepce, bir metal levhayı bir çeşit ziftle kapladı ve oyma işleminde kullanılan fotoğrafı ışığa tuttu. Baskı olmayan alanlardan geçen ışık, zifti sertleştirdi. Böylece, levha bir çözeltiye batırıldığında, yalnızca ışık almamış alanlar yıkanıp, geriye negatif görüntü kalıyordu.

Niepce'nin geliştirdiği ilkeler, günümüzde de tipo baskıdaki, litografideki ve tifdruktaki levha yapımının temelini oluşturur. Bütün bu yöntemlerde, genellikle



1 cm'ye 59 noktanın basılmasından oluşmuş bir aygıt fotoğrafı. (üstte)

Aynı fotoğraftan ayrıntı. (altta) Magenta, siyan, sarı ve siyah noktalar görülmektedir.

bir metal levhaya kaplanmış ışığa duyarlı tabaka, bir pozitif ya da negatif filmden geçen ışığa tutulur. Işık alan bölgeler sertleşip kolayca çözülmeyecek hale gelir.Su ya da başka bir çözücüyle,ışık almamış bölgeler yıkanır. Eskiden ışığa duyarlı kaplamalarda, dikromat tuzlarıyla karıştırılmış arap zamkı gibi doğal polimerler kullanılırdı. Son yıllarda bunların yerini, polivinil alkol, diazo bileşikleri ile ışığa duyarlı monomerler ve polimerler gibi sentetik malzemeler almıştır.

Baskı yüzeylerinin çoğunun yukarda anlatıldığı gibi fotokimyasal yöntemle yapılmasına karşılık, günümüzde elektronik oyma gibi oldukça değişik teknikler de geliştirilmiştir. Bu teknikte baskı levhaları elektronik, optik ve mekanik uygulamaların birleştirilmesiyle üretilir. Bir fotosel, resmi tarar ve elde edilen sinyallerle, elmas uçlu oyma kafasının metali kesmesi sağlanır.

Tipo ve litograf baskısında, farklı mürekkep kalınlıklarında baskı yapılamaz. Bu yüzden, kesintisiz renk etkisi, resmin, gerekli renk tonuna göre değişebilen boyutta küçük noktalar sistemine bölünmesiyle yaratılır. Çok açık tonlar birbirinden oldukça uzak küçük noktalarla, koyu renk ya da gölgelerse, noktalar büyütülerek sağlanır. Kesintisiz bir renk izlenimi

verme yöntemi, «yarım ton ilkesi» diye adlandırılır. Bu, gözün, tek tek noktaları algılamak yerine, belirli bir alandaki mürekkepten yansıyan toplam ışığı görmesine dayanır. Sözgelimi gazete baskısında olduğu gibi, 2,5 cm'de 65 nokta veren kalın yarım ton perdesinde göz, zor da olsa noktaları ayırabilir. Oysa nitelikli bir resim röprodüksiyonunda 2,5 cm'ye 250 nokta düşer. Ayrıca noktalar, dikey değil, daha az göze batan çapraz düzende basılır.

Renkli resimler genellikle, sarı, magenta ve siyan ile siyah mürekkep baskılarının üst üste yapılmasıyla üretilir. Bu renklerin uygun oranlarda kullanılmasıyla, bütün renkler elde edilebilir (Bk. RENK ÖLÇÜMÜ). Her renk için ayrı bir baskı levhası yapılmalıdır. Bu, özgün resmin uygun renkli filtrelerle fotoğraflarının çekilmesiyle sağlanır. Bütün fotoğrafların, kaymayı önlemek için, aynı açıdan çekilmesi gerekir. Noktaların keskin kenarlı olabilmesi için de, baskının çok dikkatli yapılması zorunludur.

RUM ATEŞİ

Rum ateşi İ.S. VII. yüzyılda yaygın biçimde kullanılmaya başlandıysa da, günümüzden iki bin yıl önce, savaşlarda yangın çıkaran araçlar kullanıldığı bilinmektedir. Sözgelimi Asur ve İran ordularında genellikle zift, kıtık, neft gibi yanıcı maddelerden oluşan ve «Molotof Kokteyli» gibi, bir kaba konup düşman üstüne atılan maddeler kullanılmıştır. Basınçla püskürtülen yanan maddeden oluşan rum ateşi, bunlara göre daha gelişmiş bir silahtır.

Rum ateşinin püskürtülmesi için kullanılan alet, Ortaçağ kaynaklarında üç ana bölümde tanımlanır: Bir pompa; dönen bir boru; bir mangal. Kullanılan maddenin Karadeniz'in kuzeydoğusundan elde edilen ham petrol olduğu bilinmektedir.

Petrol, hava geçirmez bronz bir kaba doldurulup ısıtılıyor (ısıtma, petrolün viskozitesini azaltıp, uçuculuğunu artırır), petrolün ısıtılmasıyla yeterli basınca ulaşılınca, bir musluk ya da bir supap açılarak petrol, büyük bir basınçla dönen boru aracılığıyla dışarı atılıyordu. Ateşleme, dönen borunun ucunda olmaktaydı. Ortaçağ'ın son dönemlerinde ortadan kalkan rum ateşinin ısıtma yöntemi, oldukça önemli bir buluştur. Bu buluştan, XIX. yüzyılda kaynak şalumosu gibi aygıtlarda yeniden yararlanılmaya başlanmıştır.

RÜZGARÖLÇER

Rüzgarölçerler (anemometre), rüzgar hızını ölçmek için kullanılan aygıtlardır. Ama bunlardan, öteki akışkan hızlarının ölçülmesinde de yararlanılır. Çeşitli anemometreler vardır. Belirli bir ölçümde bunlardan hangisinin kullanılacağına, akışkanın doğasına, karşılaşılma olasılığı bulunulan hızlara ve istenen

X. yüzyıldan kalma bir Bizans el yazmasından alınmış, rum ateşiyle bir geminin yakılmasını gösteren resim. (altta)

duyarlılığa göre karar verilir.

Ama, rüzgar hızlarını ölçmek için, başlıca üç tür rüzgarölçer kullanılır: Kepçeli; pervaneli; pitot-statik basınç tüplü.

Kepçeli rüzgarölçer: Rüzgar hızını ölçen en yalın aygıt, döner kepçeli rüzgarölçerdir. Bu aygıt, dikey durumdaki döner bir milden uzanan çubukların ucuna takılmış, koni ya da yarıküre biçimli kepçelerden oluşur. Kepçelerin içbükey yüzleri rüzgara dışbükey yüzlerden daha çok direnç gösterdiğinden, aygıt rüzgarda döner.

Değişmez hızlı rüzgarda kepçeler, rüzgar hızına yakın bir hıza ulaşır. Böylece, milin dönme hızı ölçülerek, rüzgar hızı hesaplanabilir. Bu hız, mile bir devir saati takılarak ve belli bir zaman içindeki dönme sayısı hesaplanarak bulunabilir. Mile bir elektrik kontak mekanizması takılıp, her turda bir elektrik sinyali almak da olanaklıdır. Sinyalleri kaydetme ya da sayma işlemi, aygıttan uzak bir yerde bulunan bir birimde gerçekleştirilebilir.

Başka bir yöntem de, mile, dönme hızını (ve böylece rüzgar hızını) sürekli olarak gösteren küçük bir dinamo takmaktır. Dinamo, dönme hızıyla orantılı bir gerilim üretir. Rüzgar hızı böylece, uygun biçimde ölçeklenmiş bir gerilimölçerden doğrudan okunabilir.

Değişken rüzgarlarda kepçeli rüzgarölçer, ortalama rüzgar hızını, olduğundan daha hızlı gösterir. Kepçelerin hızlanma hızı, yavaşlama hızlarından yüksek olduğundan, yüzde 30'a varan «aşma» yanlışları ortaya çıkar. Bununla birlikte, kepçeli tür, 8-160 km/saat aralıktaki rüzgar hızlarında elverişli, yalın ve ucuz bir aygıttır.

Pervaneli rüzgarölçer: Pervaneli rüzgarölçerler, 1,5-40 km/saatlik düşük rüzgar hızlarını ölçmede kullanılır. Bunlarda, yatay durumdaki döner bir mile pervane kanatları takılmıştır. Milin kendisi, bir rüzgargülünün kuyruğuna benzeyen bir kuyrukla rüzgar yönüne çevrilir. Burada da dönme hızı, rüzgarın hızıyla orantılıdır ve kepçeli türdeki yöntemlerle hesaplanabilir.

Mekanik rüzgarölçerlerin ölçeklenmesinde, boyutlarının bilinmesi yeterli değildir. Sürtünme gibi etkenler, aygıttan aygıta değişir. Bu nedenle, bir rüzgar tünelinde, denetim altındaki koşullarda deneyden geçirilerek ölçeklenmeleri gerekir.

Pitot-statik basınç tüplü rüzgarölçer: Pitot-statik basınç tüplü rüzgarölçeri, hiç bir hareketli parçası olmayan, mekanik bakımdan yalın bir aygıttır ve rüzgar tünellerinden, uçaklardaki hava hızı ölçme aygıtlarına kadar birçok uygulama alanı vardır.

Ana parçası, rüzgarın geldiği yöne çevrilmiş iki ayrı borudan oluşan bir «sonda»dır. Borulardan birinin (PİTOT TÜPÜ) üst ucu açıktır ve buradan içeri giren hava, basıncın yükselmesine neden olur. Boru içindeki basınç, havanın statik basıncı ile (yani normal atmosfer basıncı ile), borunun içine akan havanın yarattığı dinamik basıncın toplamıdır.

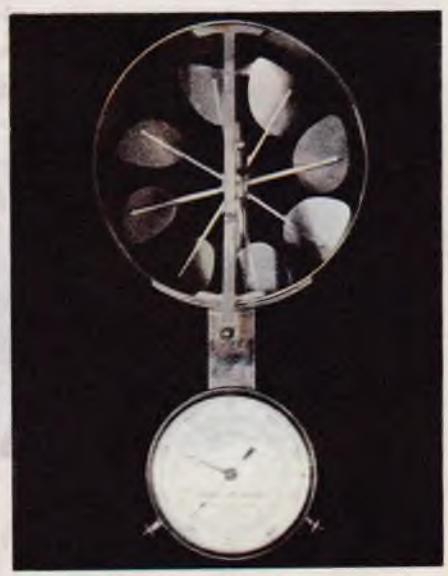
İkinci boru statik borudur. Üst ucu kapatılarak yuvarlaklaştırılmış, alt ucuna doğru da çevresinde bir dizi delik açılmıştır. Yuvarlak uç, hava akımını etkilemediği için, bu borunun içindeki basınç yalnızca statik basınçtır.

İki borunun alt uçları bir diferansiyel manometreye bağlanmıştır. Bu aygıt, iki boru arasındaki basınç farkını ölçerek, pitot tüpündeki dinamik basıncı verir. Havanın yoğunluğunun ve dinamik basıncının bilinmesi, hızının belirlenmesi için yeterlidir.

Pitot-statik basınç tüplü rüzgarölçerler, hava akımında bazı bozulmalar yarattıklarından, bu tür bozuklukların önemli olduğu dar yerlerde hız ölçmek için elverişli değillerdir. Ayrıca, özel olarak yapılmadıkları sürece, düşük hızlarda doğru ölçme yapmazlar. Düşük hava hızları, dar bölgeler ve özellikle sıvıların hızlarının ölçülmesi gibi özel uygulamalar için, sıcak-telli ya da lazerli rüzgarölçerler gibi AKIŞÖLÇER'ler kullanılır.

RÜZGAR TÜNELİ Bk. HAVA TÜNELİ

1876'da yapılmış Lind tipi bir rüzgarölçer. (solda) Bu rüzgarölçer, ilk olarak 1776'da Dr. James Lind tarafından yapıldı. U biçimli borunun içi, sıfır işaretine kadar su doludur ve rüzgar dümeni, borunun açık ucu rüzgara yönelik olacak biçimde sistemi döndürür. Sıvı düzeylerinin farkı ile aygıt için hazırlanmış bir tablo kullanılarak, rüzgarın hızı ve basıncı hesaplanır.



1900 yılında Paris'te Jules Richard tarafından yapılan taşınabilir rüzgarölçer. (sağda) Aygıt, hızı 0,1 m/saniyeye kadar olan rüzgarları kaydedebilir.

S

SABAN Bk. PULLUK

SAKINIM YASALARI Bk. KORUNUM YASALARI

SAKSOFON Bk. NEFESLİ ÇALGILAR, TAHTA

SANTRİFÜJ

Santrifüj, bazı ayrıştırma işlemlerini hızlandırmada kullanılır. Bir tortunun çökmesi, bir sıvı ile katının fiziksel olarak ayrışması, karışmayan iki sıvının ayrışması gibi işlemler, santrifüj yoluyla birkaç saat yerine, birkaç saniye içinde gerçekleştirilir.

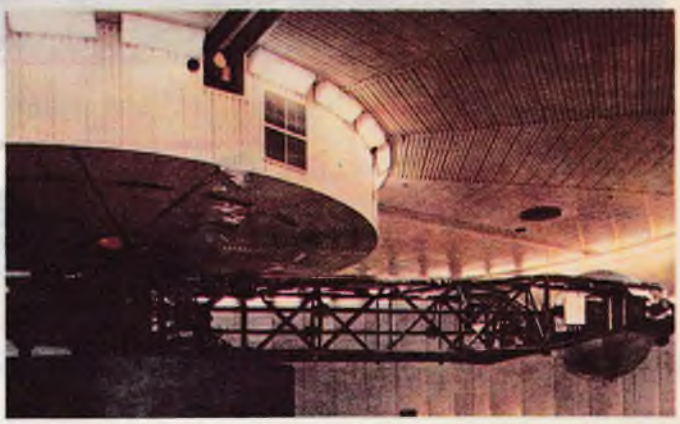
Ayrışma, karışımın dinlenmeye bırakılmasıyla da oluşur, ama santrifüjle uygulanan merkezkaç kuvvetle yaratılan ayrışma hızı, Dünya'nın yerçekimiyle oluşan hızın birkaç yüz ile milyon katı arasındadır.

Elektrikli kurutucu: Evlerde kullanılan elektrikli kurutucu, en yaygın santrifüj aygıtıdır. Katıların süzülmesinde yararlanılan pek çok endüstri makinasıyla aynı ilkelere dayanan bu aygıtta, yataklar üstüne takılmış delikli bir tambur, bir elektrik motoruyla döner. Sistem, dönen parçaları koruyan ve ayrışan sıvıyı toplayan bir koruyucu içine yerleştirilir.

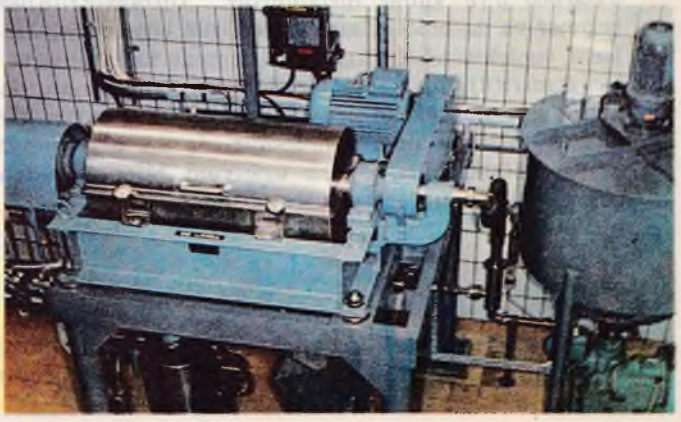
Ticari makinalar, 2,5 m çapında yapılmakta ve 300-2 000 *g*'ye (dünya yerçekiminin 300-2 000 katı) kadar hızlandırılabilmektedir. Dönme ekseni yatay ya da dikey olabilir. Kurutuculardaki gibi ara vermeden, sürekli olarak çalışan makinalardan daha iyi sonuç alınır. Besin, kimya ve metal endüstrilerinde, istenmeyen suyu bütün katılardan, sözgelimi şeker, nişasta, ve ince kömürden ayırmak için, otomatik makinalar kullanılır.

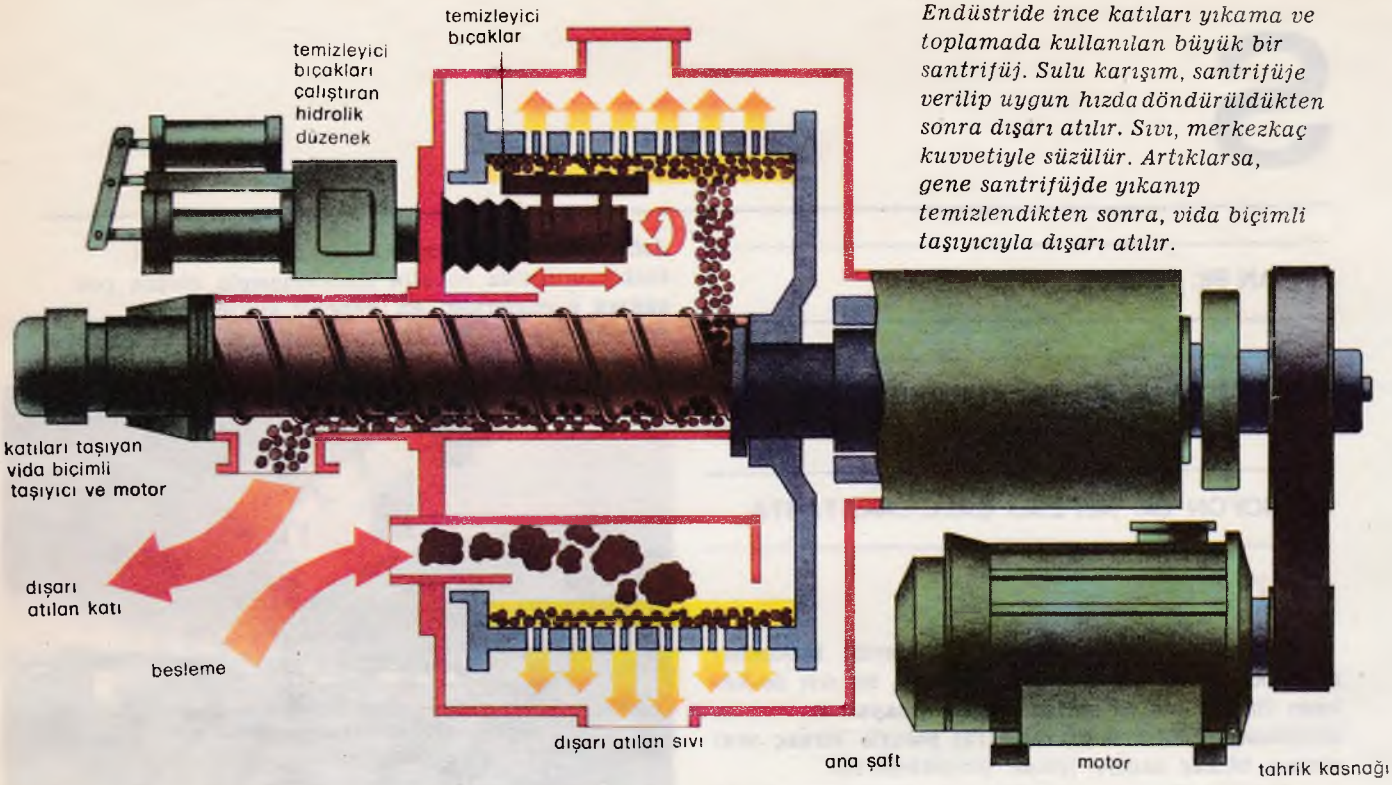
İticiler: İtici santrifüjde, salınım halinde bir levha, ayrışan katıları dışarı iter. Ayrışmanın zor olduğu işlemlerde, bir ara yıkamanın da bulunduğu üç aşamalı bir süreç gerekir. Bu makinalar kimya endüstrisinde, ayrışan billurları yıkayıp toplamada kullanılırlar. İtici santrifüjlerin, ileri-geri salınan levha yerine, vida biçimli bir taşıyıcıyla (Bk. ARKHİMEDES BURGUSU) çalışan türleri de vardır. Bunlar, yatay bir eksen üstünde dönen koni ya da silindir biçimli makinalardır. Dönen tambur içine, vida biçimli bir taşıyıcı yerleştirilmiştir. Taşıyıcı, sürekli olarak, çöken katıları ayırıp, koni biçimli uçtan yarı kuru bir durumda dışarı atar. Söz konusu makinalar, kanalizas-

Astronotların karşılaştıkları zorluklardan biri, kalkış sırasında roketin hızlanmasıyla oluşan çok yüksek g güçleridir. Bu nedenle yüksek hızlı, dönmedolap biçimli büyük santrifüjlerde eğitilmeleri gerekir. (altta)



Yüksek hızlı santrifüje verilen maddenin ayarlanması. (üstte) Bu makina, mısırdan, glikoz, nişasta ve dekstroz üreten bir fabrikada, glütenden nişastanın ayrılmasında kullanılmaktadır.
Çeşitli sıvılardan katı tortuları ayırmada kullanılan vida biçimli taşıyıcılı santrifüj. (altta)





Endüstride ince katıları yıkama ve toplamada kullanılan büyük bir santrifüj. Sulu karışım, santrifüje verilip uygun hızda döndürüldükten sonra dışarı atılır. Sıvı, merkezkaç kuvvetiyle süzülür. Artıklarsa, gene santrifüjde yıkanıp temizlendikten sonra, vida biçimli taşıyıcıyla dışarı atılır.

yonlardan suları boşaltmada kullanılır.

Ayırıcılar: Dr. Gustav De Laval, 1880, yıllarında İsveç'te, sütün kaymağını ayırmak için, ilk sürekli ayırıcıyı geliştirdi. Bu santrifüjler, iticilerden daha yüksek hızda çalışırlar (5 000-10 000 g). Dikey bir mil çevresinde bir çanak dönerken, ayrıştırılacak madde aygıta pompalanır. Ayrıştırma işlemi, çanağın içine yerleştirilen disklerle daha da geliştirilmiştir. Bu diskler, ayrışma sürecinde maddelerin alacağı yolu kısaltır. Toplama işlemi sırasında biriken katı tanecikler, yan çıkışlardan, santrifüj durdurulmadan atılabilir. Makina, sütten kaymağı ayırma işlemi dışında, yağlardan artıkların ayrılmasında, şarap ve biranın temizlenmesinde, biyolojik ve sentetik işlemlerde bileşenlerin ayrılmasında da kullanılır.

Ültrasantrifüjler: Bazı özel işlemlerde gerekli olan çok yüksek hızlı dönüşler, ültrasantrifüjlerle sağlanır. Cam kaplara konan küçük örnekler (1-500 ml) 2 000 000 *g*'ye kadar hızlandırılır. Ültrasantrifüjler, polimer ya da protein molekülleri gibi büyük moleküllerin, molekül ağırlıklarını belirlemede kullanılırlar.

Santrifüjlerin başka bir ilginç kullanım alanı da, astronot ve pilotların, uçuş koşullarına alışmaları için yüksek hızlarda döndürülmesidir. Ayrıca uranyumun çeşitli İZOTOP'ları, gazlı uranyum bileşiklerinden, çok yüksek hızlı gaz santrifüjlerinde ayrılır.

SARKAÇ

Sarkaç temelde, serbestçe salınabilen herhangi bir cisimdir. Bir yaya takılarak dikey yönde titreşen ya da bir tele asılıp ileri-geri bükülen cisimlere de aynı ad verilebilir. Sarkaçlar pek çok aygıtta, özellikle zaman ölçen aletlerde kullanılır.

İdeal yalın sarkaç, ağırlığı yok sayılan bir ipe asılmış hacimsiz bir ağırlıktır. Fizikçilerce kullanılan tanım, ağırlığı tek bir noktada yoğunlaşmamış bileşik sarkacın tam karşıtıdır. Bileşik sarkaç, bir ucu serbestçe salınan bir çubuktur.

Bir sarkacın *peryodu* gidebileceği en son sol (ya da sağ) konumdan, yeniden aynı konuma dönme süresidir. Sürtünme direncinden arıtılmış bir yalın sarkacın peryodu, uçtaki ağırlıktan bütünüyle bağımsızdır. Ama sarkaç ne kadar uzun olursa, peryodu da o kadar uzar. Peryot, sarkaç boyunun kare köküyle orantılıdır. Bu nedenle, sarkacın dört kat uzatılmasıyla, peryot iki katına çıkarılır. Saat sarkaçları, ağırlığın alçaltılıp yükseltilmesiyle duyarlı biçimde ayarlanır.

Sarkacın peryodu ayrıca, yerçekiminin etkili gücüne de bağlıdır. Ekvatordaki bir sarkaç, kutuplarda olduğundan biraz daha yavaş salınacaktır. Ekvatordaki yerçekimi, Dünya yarıçapının biraz daha büyük olması nedeniyle, daha zayıftır. Öte yandan, ekvatordaki bir nokta, Dünya'nın günlük dönüşüyle, saatte 1 600 km hızla hareket eder. Bu da, yerçekimini azaltan bir merkezkaç kuvvet oluşturur.

«Saniyelik» bir sarkaç, sağdan sola salınımı bir saniye süren ve aynı sürede geri dönen, yani iki saniyelik peryodu olan bir sarkaçtır. Dünya'nın herhangi bir yerinde, bir saniyelik sarkacın uzunluğu 1 metreye yakındır.

Öteki gezegenlerde sarkaç peryodu, Dünya'daki

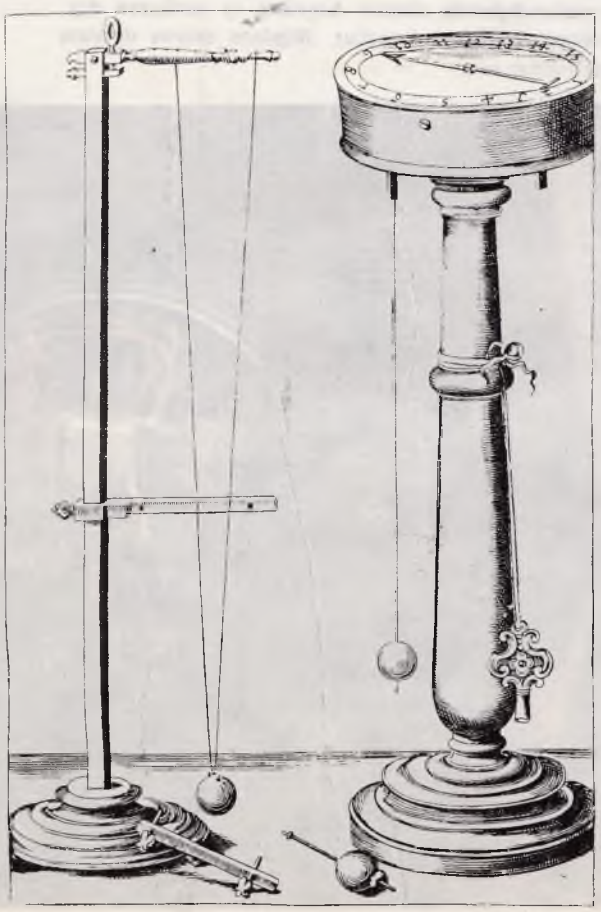
değerinden çok farklı olacaktır. Sözgelimi, çekimi Dünya'nınkinin 1/6'sı kadar olan Ay'da, bir metrelik bir sarkacın soldan sağa salınımı 2,5 saniye sürer.

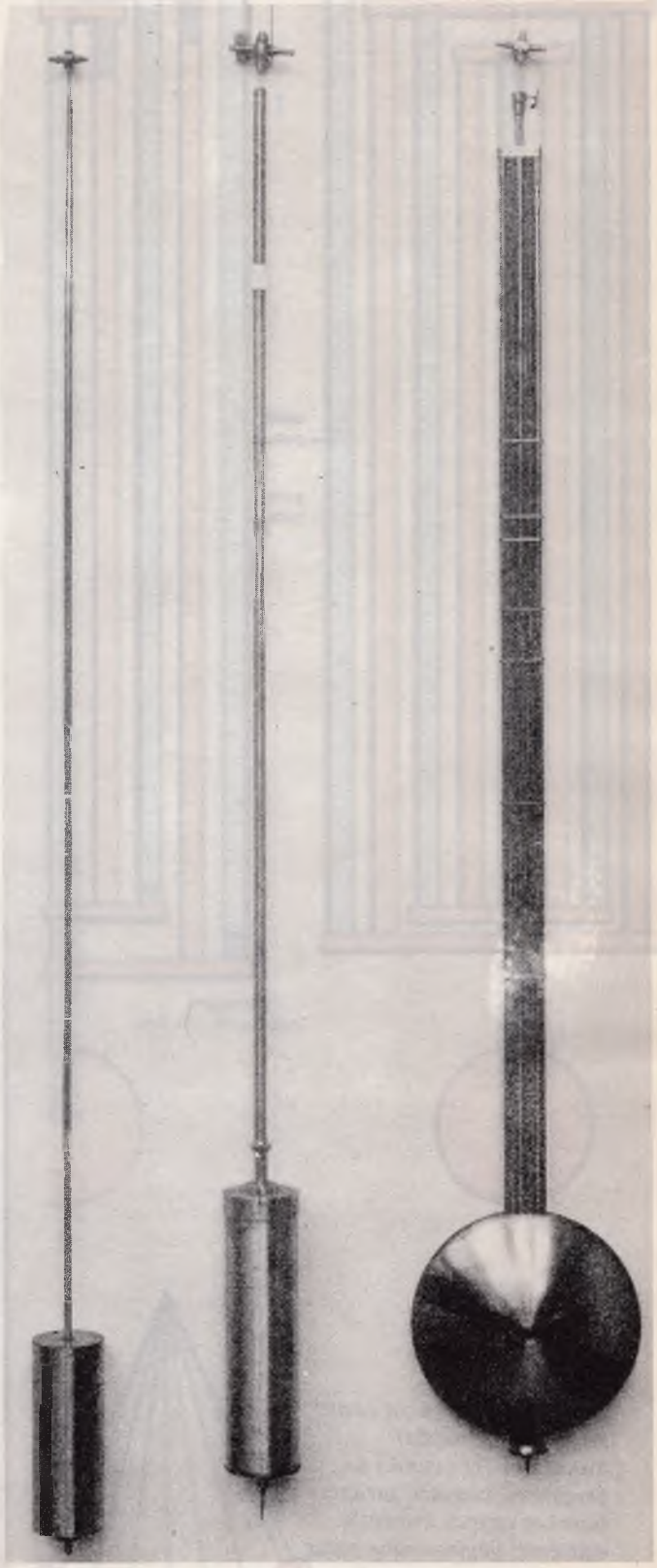
Sarkacın en yaygın kullanım alanı, saatlerin ayarlanmasıdır. Bu uygulamayı ilk kez Leonardo da Vinci ve Galilei öne sürmüş, ama ilk kullanışlı sarkaçlı saat, 1656'da Christiaan HUYGENS tarafından yapılmıştır. Sarkaçlı saatte, yavaş yavaş aşağı inen bir ağırlık, kolların hareket etmesini sağlar; sarkaç da, kolların ilerleme hızını düzenler. Ağırlığın ortaya çıkardığı enerjinin bir bölümü, sarkacı hareket ettiren itici kuvveti verir.

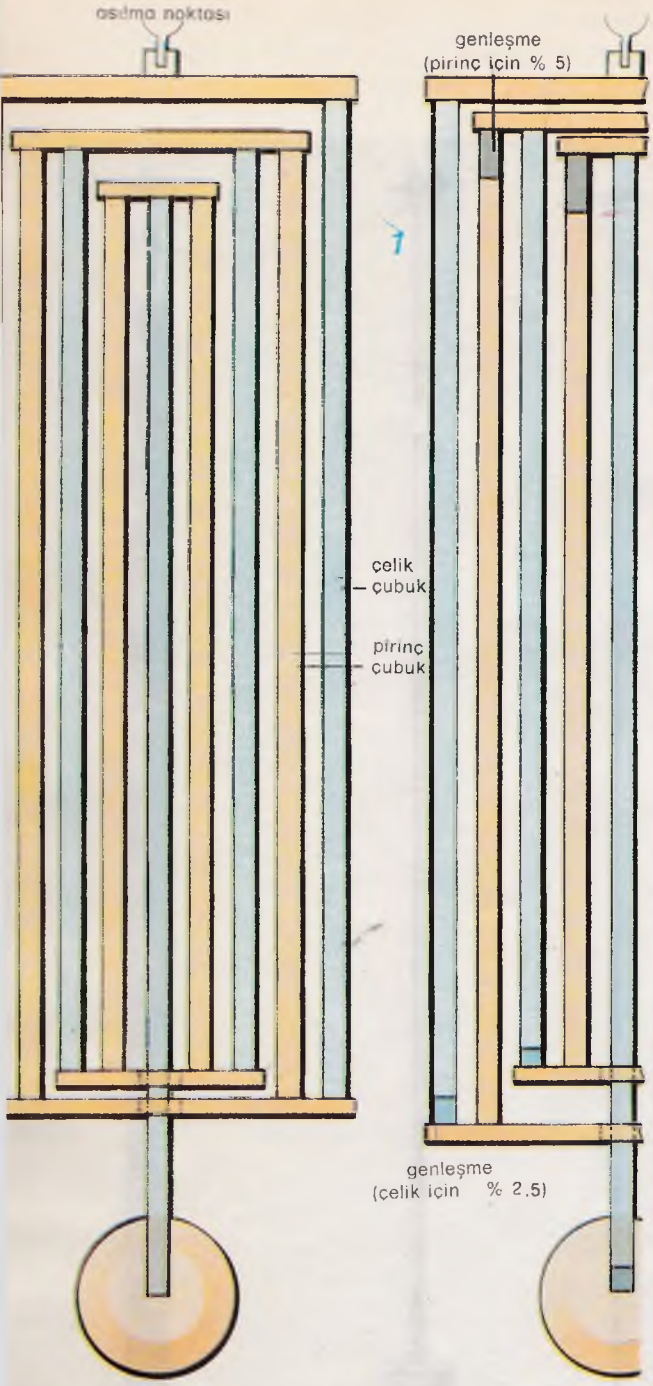
Bir saat sarkacının metal çubuğu, ısı artınca gen-

Üç tip sarkaç. (sağda) Birincisi, uzaması dengelenmemiş ağırlık, ikincisi Graham'ın cıvayla dengelenmiş ağırlığı, üçüncüsü ızgaralı sarkaçtır.

1691'de Floransa Deneyler Akademisi'nce tanımlanan iki telli bir sarkaç. (altta) İki tel hareket yönünü sınırlıyor, hareketli çubuk da uzunluğun değişmesini sağlıyordu. Öteki aygıtın, salınımları saymak için kullanıldığı sanılmaktadır.







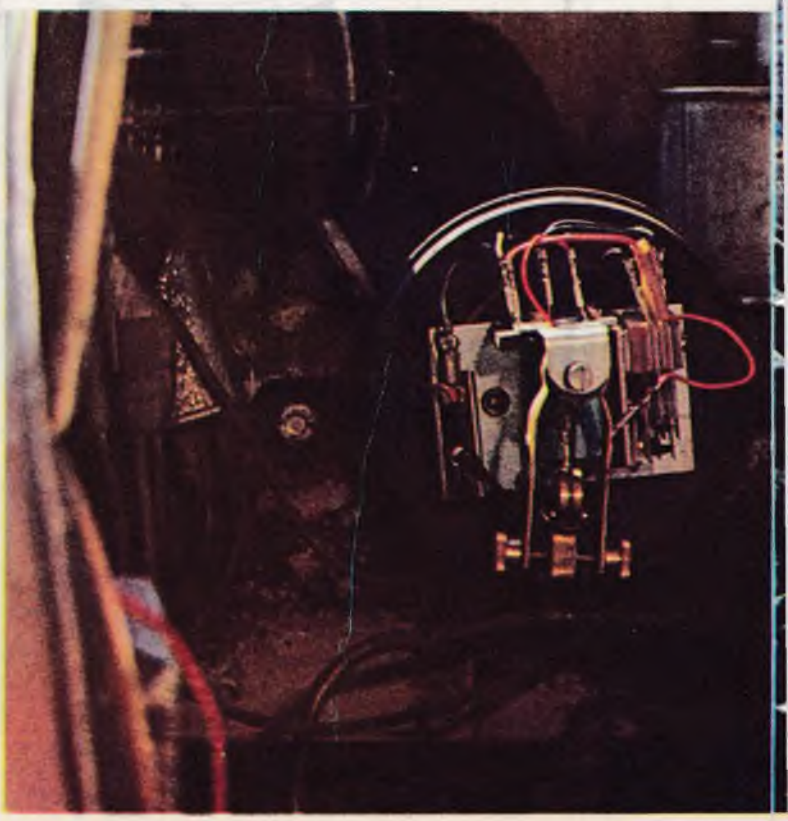
leşir, azalınca daralır. Bunu önleme amacıyla geliştirilen düzeneklerden biri, yan yana dizilmiş pirinç ve çelik çubuklardan oluşan «ızgara» biçimli sarkaçtır. Belirli bir ısı değişikliğinde pirinç, çelikten daha çok genleşir. Pirinç çubukların yukarı doğru genleşmesi, çelik çubukların aşağı doğru genleşmesini dengeler.

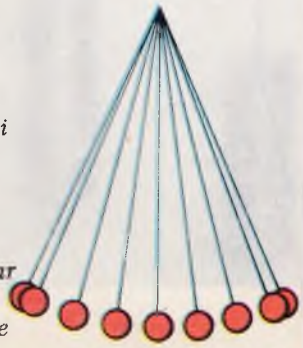
Başka bir ısı dengeleyici sarkaçta da, ağırlık olarak cıva dolu bir hazne kullanılır. Cıvanın yukarı doğru genleşmesi, sarkaç çubuğunun aşağı doğru genleşmesini dengeler. Günümüzde sarkaçlar, ısıyla önemli bir değişme göstermeyen nikel-çelik alaşımlarından yapılmaktadır.

Sarkacın zamanlamadaki başka bir kullanımı da METRONOM'dur. Metronom, biri ağırlık merkezinin altında, öteki de üstünde yeralan iki ağırlıklı bileşik bir sarkaçtır. Ağırlık merkezi, yani sarkacın etkili

Izgaralı sarkaç. (solda) Anlaşılır olması için çizim abartılmıştır. Pirincin genleşme değeri, çeliğinkinin iki katı kadardır. Burada genleşmeler, sırasıyla % 5 ve % 2,5 olarak verilmiştir (bu değerler de gerçek değildir). Her metalin uzama miktarı çizimde görülmektedir. Ama iki metal birbirini dengelediğinden, sarkacın uzunluğu değişmemektedir.

Otomobillere takılan bu hırsız alarmında (altta) bir çift sarkaç kullanılmaktadır. Otomobil kurcalandığında oluşan hareket, iç sarkacın dış sarkaca değmesini sağlar. Böylece alarm devresi kapatılmış olur.





Salınan bir sarkacın çeşitli konumları. (sağda) Salınımın iki ucunda da yerçekimi kuvveti, sarkacı hareket ettiren kuvvetle eşitlenir, böylece salınımlar sürer. Sarkacın peryodu, uzunluğunun kare köküyle değişir.

1700 yıllarında Hollandalı Visbagh'ın yapmış olduğu bu saatte, geniş salınma açılarını düzeltme amacıyla, sarkacın asılma noktasında sikloit çeneler kullanılmıştır. (sağda)

uzunluğu, üstteki ağırlığın aşağı-yukarı hareket ettirilmesiyle değiştirilebildiğinden, metronom istenen hızda çalıştırılabilir.

Bir noktadan serbestçe sallandırılan bir ağırlık, asıldığı destek apansız hareket ettirilirse, hareketsiz kalır. Bu ilkeden, çeşitli sismograflarda yararlanılır. Kuzey-güney ve doğu-batı yönlerinde serbestçe sallandırılan iki ağırlık, bu yönlerdeki yer titreşimlerini kaydeder. Dikey sallanmalarsa, yaya asılı bir ağırlık tarafından kaydedilir. Yerin ve sarkaçların küçük hareketleri, elektronik, mekanik ya da optik olarak büyütülür.

Asılma noktasının döndürülmesi, hareketli bir sarkacın salınma yönünü değiştirmesine yolaçmaz. FOUCAULT bu gerçeği, Dünya'nın dönüşünü gösterirken kullanmıştır: Panthéon'un (Paris) tavanına asılmış olan 60 metre uzunluğunda bir sarkaçla yaptığı deneyde, sarkacın 24 saat içinde salınım yönünü yavaş yavaş değiştirdiği görülmüştü (gerçekte sarkaç, Dünya'nın hareketine karşı salınım yönünü korumuştu).

SARMAL BOBİN Bk. SOLENOİT

SATIR YAZICI

Elektronik BİLGİSAYARLAR'ın ortaya çıkmasıyla birlikte, bilgisayara yetişebilecek hızla baskı yapabilen bir aygıt geliştirme zorunluluğu da doğdu. Adlarından da anlaşılacağı gibi, bir seferde bir satır yazabilen satır yazıcılar, dakikada 2 000 satır basabilirler. Bu, bir bilgisayar baskı sayfasına (her satırında 132 simge bulunan 60 satır) eşdeğer metnin, iki saniyede tamamlanması anlamına gelir. Oysa aynı işlem, daktiloyla yaklaşık 15 dakikadan önce bitirilemez. Satır yazıcının başlıca iki türü vardır: *Silindir yazıcılar; dizi yazıcılar* ve *zincir yazıcılar*.

Tamponlar: Elektromekanik bir aygıt olan satır yazıcı, bilgisayarın merkez işlem birimiyle karşılaştırıldığında gene de yavaş kalmaktadır. Merkez işlem birimi ile ana belleği baskı sırasında gereksiz yere yüklememek için, basılacak bilgi, aygıtın dışındaki bir tampon birimde saklanır.

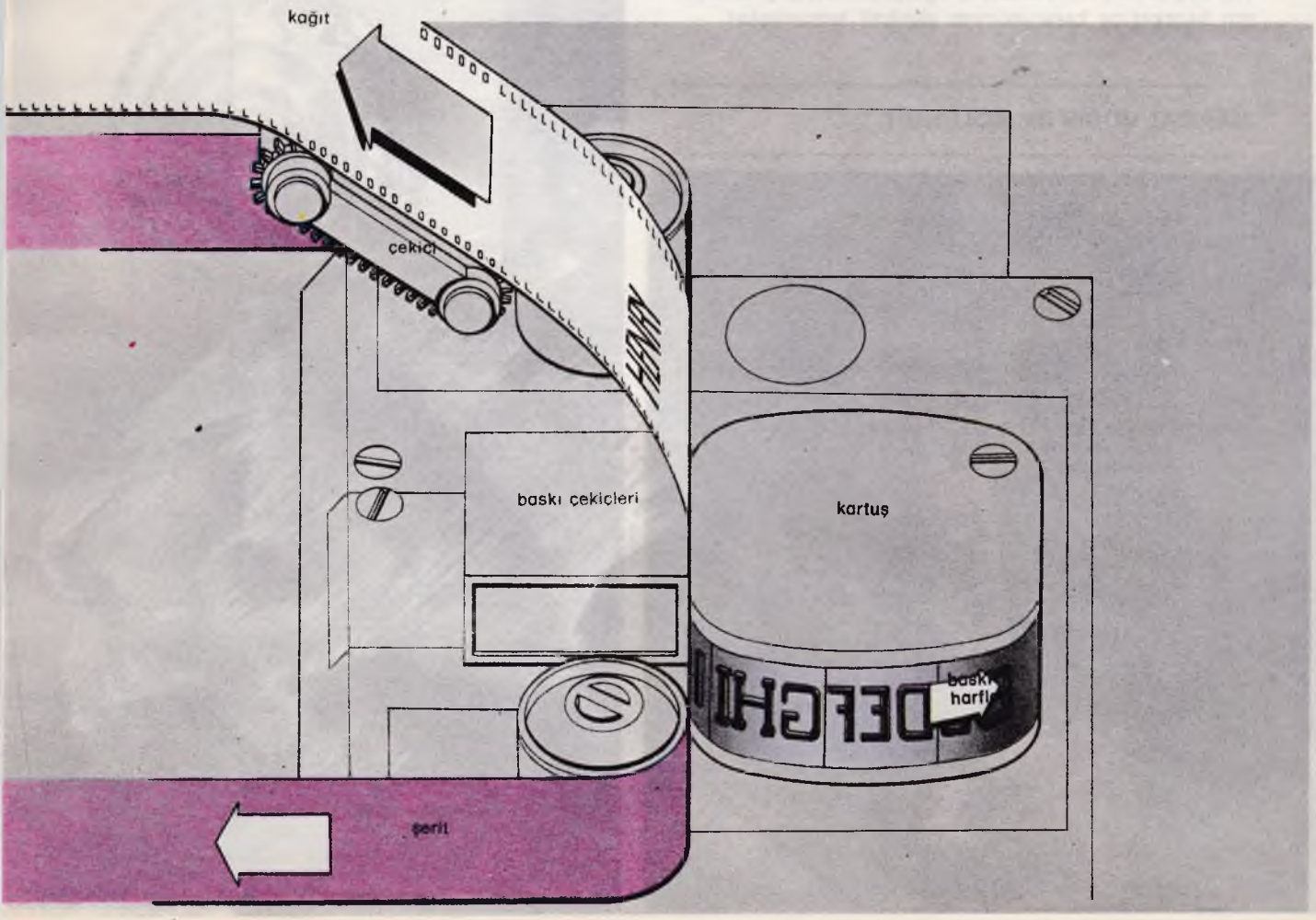
Yazıcıya bağlı ikinci bir tampon birim de, baskıda yeralan karakterlerin elektriksel görüntülerini içerir. Yazıcı kullanılmadan önce bu tampon birime uygun karakterler, ilgili program yardımıyla bilgisayardan verilir.

Karakterleri denetleyen sistemin verdiği zamanlama sinyalleri, iki tampon birim taranarak karşılaştırılır. Karakterler yerlerini alırken, bilgi tamponu, her simgenin basılıp basılmayacağını bir kez daha denetler. Uygun karakter belirince devre, baskı çekicine bir sinyal gönderir ve karakter basılır.

Çekiçler: Kağıdın arkasında bir dizi çekiç (her baskı simgesi için bir tane) yeralır. Yazıcıların çoğunda 132 simge bulunur, ama 160 simgeli yazıcılar da vardır. Bütün karakterler (harfler, sayılar ve çeşitli işaretler), baskı konumunun önünden hızla geçerler. Basılması gereken karakter yerini almadan hemen önce, ilgili çekice, elektromagnetik bir sinyal iletilir.

Böylece, kağıdı mürekkepli şeride ve karaktere önceden yaklaştıran çekiç, baskının doğru noktaya yapılmasını sağlar. Karakterler sürekli hareket ettiklerinden, çarpma süresi yaklaşık on mikrosaniye kadardır. Bu, simgelerin netliğini bozacak etkileri en alt

Dizi yazıcıda basılan karakterler, kartuşun üstünden geçerken, kağıdın arka yüzüne vuran çekiçlerle basılır. (altta)



düzeye indirir. Her çekiç, üstüne düşen görevi yerine getirdikten sonra, satır tamamlanır ve kağıt, bir sonraki satır için yukarı itilir.

Silindir yazıcılar: Silindir yazıcılar ile dizi yazıcılar arasındaki temel fark, karakterlerin baskı çizgisinden geçişlerindedir. Daha eski bir model olan silindir yazıcılarda bir dizi (her baskı konumu için bir tane) disk bulunur. Bunlar sürekli dönen bir mil üstüne dikey olarak takılıdır. Her baskı diskinde 64 karakter yeralır. Disk bir turunu tamamladığı zaman, bütün karakterler baskı konumundan geçmiş olur.

Zamanlama sinyali dönen milden alınır; böylece, görüntü tamponu ile baskı diskleri arasında eşzamanlılık sağlanır. Ne var ki, bu yazıcıda karakter düzeni kolayca değiştirilemez. Silindir, yerinden ancak uzmanlarca çıkarılabilir. Üstelik bazı karakterlerin kırılması ya da aşınması, bütün baskı çarkının değiştirilmesini gerektirir.

Dizi yazıcılar ve zincir yazıcılar: Dizi yazıcılar ve zincir yazıcılarda karakterler, baskı çizgisinden yatay olarak geçerler.Dizi yazıcılarda karakterler,üç harf ya da simgeden oluşan gruplar halinde düzenlenir, zincir yazıcıdaysa, her grupta iki karakter bulunur.

Grupları içeren parçaya «*kartuş*» adı verilir. Kartuş kolayca değiştirilebildiğinden, değişik kartuşlar kullanılarak yazı düzeninin değiştirilmesi olanaklıdır. Ancak, görüntü tamponunun, yeni kartuşa uygun biçimde baştan programlanması gerekir.

Zincir yazıcılarda karakter grupları, küçük vidalar aracılığıyla uzun bir zincire bağlanmıştır. Zincir, küçük bir çarkla hızla döndürülür. Dizi yazıcıdaysa gruplar, çelik bir ray boyunca ilerler; her grubun arkasındaki küçük bir diş, kendisini hareket ettiren çarka kenetlenir. Böylece itilen gruplar, saatte 18 km hızla hareket ederler.

Dizi yazıcı türünün başlıca üstünlüğü, grupların baskı için daha sağlam yerleşmesi ve zincirin gevşemesinden doğan sorunların ortadan kalkmasıdır. Üstelik aşınan ya da bozulan karakterler, grubun rayın üstünden kaldırılmasıyla kolayca değiştirilebilir.

Hem zincirli yazıcılarda, hem de dizi yazıcılarda, grupları eşzamanlayan sinyaller, hareket çarklarından alınır.

Yürütücü: Satır yazıcının istenen hıza ulaşması için, satır değişmesi sırasında kağıdın hızla hareket ettirilmesi gerekir. Bunu sağlayan düzeneğe «*yürütücü*» adı verilir.

Kağıdın kenarında bulunan delikler, aygıtın lastik ya da naylon hareket bantları üstündeki ince çıkıntılara geçer. Bu bantların genişliği, kağıdın enine göre ayarlanabilir. Bantları hidrolik bir motor döndürür. Kağıdın hareketini de bilgisayar denetler. Küçük hareketler (sözgelimi bir ya da iki ara) motor supaplarının zamanlamasının değiştirilmesiyle ayarlanabilir. Daha geniş aralar için, delikli yürütücü şeritten yararlanılır.

Yürütücüye gelen kumanda, hidrolik motorun çalışmasına ve denetim bandı ile kağıdın hareket etmesine yolaçar. Kağıt,gereken yere varınca durur. Çeşitli elektronik zamanlama devreleri, satır yazılmadan önce kağıdın tam olarak durmasını sağlarlar. Tersi, harflerin net olmamasına yolaçar.

SAVAŞ GEMİLERİ

İkinci Dünya savaşına kadar çeşitli ülkelerin deniz kuvvetleri, birbirleriyle yakın mesafeden, ağır silahlarla savaşırlardı. Bu nedenle bir süre sonra, zırhlı savaş gemileri ile biraz daha küçük kruvazörler yaygınlaşmaya başladı. Deplasmanları (taşırdıkları su miktarı) 60 000 tondan fazla olan bu büyük gemiler, büyük toplar taşıyorlardı ve çok kalın zırhlarla kaplıydılar. Sözgelimi, Japonların İkinci Dünya savaşında kullandıkları ünlü Yamato gemisinin taret (içine top ve yardımcı donanımın konduğu koruyucu) ve köprü gibi üst yapıları, 64 cm'lik bir zırh tabakasıyla kaplanmıştı. Ne var ki, İkinci Dünya savaşı sırasında, deniz savaşlarında büyük bir değişiklik olduğu ve deniz gücünden çok, hava gücüne önem verilmesi gerektiği ortaya çıktı. Küçük ve oldukça ucuza malolan uçaklardan atılan birkaç torpido, çok pahalıya malolan büyük savaş gemilerini kolayca batırabiliyordu. Uçakların menzillerinde, performanslarında ve silahlarında büyük bir gelişme görülmekteydi. Büyük Okyanus'ta yapılan birçok deniz savaşında, savaş gemileri birbirlerine pek yaklaşmamışlar, karşı tarafın gemileri uçaklarla batırılmıştı.

Sonuçta, modern deniz kuvvetleri, uçak gemileri dışında, bütün büyük savaş gemilerini bir yana bıraktılar (uçakların kalkış-inişleri ve park etmeleri için yeterli büyüklükte uçuş güverteleri ile yeterli malzeme ve yakıt için geniş alt güverteleri bulunması gereken uçak gemileri küçük yapılamaz).

Modern bir donanmada, uçak gemilerinin yanı sıra, firkateynler, güdümlü füze destroyerleri, çıkarma gemileri, devriye gemileri, mayın tarama gemileri ve denizaltılar bulunur.

Firkateynler: Bunlar, boyları yaklaşık 100 m kadar olan küçük savaş gemileridir; en büyük deplasmanları 2 200 tonu bulur. Firkateyn tipi savaş gemisi, 1945'ten sonra geliştirilmiş, seyir hızı ve silahları artırılmıştır.

Başlangıçta özel silahlarla donatılmış üç tür firkateyn yapılması öngörülmüştü: Denizaltısavar; uçaksavar; uçak yöneltme. Ama bir savaş bölgesine üç firkateyn birden gönderme sakıncası nedeniyle, firkateynler zamanla, bu üç görevi de yapabilecek biçimde donatıldılar. Üç görevi de yapabilen firkateynler, yalnızca bir görev yapanlar kadar etkili olmamalarına karşılık, daha esnek biçimde kullanılabilme üstünlüğü taşırlar. Firkateynler, gerçekte, savaş gemileri konvoylarına refaket etme ve amfibik (kara-deniz bağlantılı) operasyonları destekleme amacıyla yapılmışlardır.

Modern savaş gemilerine ağır zırhlar takılmamaktadır. Bir firkateynin borda kaplamaları, pek çok büyük ticaret gemisininkinden daha incedir: Zırh kaplamaları, hem modern silahlar karşısında etkisiz kalır,

hem de teknenin deplasmanını artırarak, seyir hızını düşürür.

Tekne, hasara uğrarsa batmaması için, çok sayıda sugeçirmez, yanlamasına ve uzunlamasına bölmelere ve güvertelere ayrılır. Yanlamasına (çapraz) bölmeler, genellikle dikey olarak güçlendirilir ve bölmeyi oluşturan plakalar, yatay olarak birbirlerine kaynaklanır. Ayrıca, yapıyı sağlamlaştırma amacıyla, *T* biçimli uzunlamasına çubuklar, pekiştiriciler yardımıyla bölmelere sıkıca bağlanır. Bölmeler arasında geçit bırakmak gerekirse, bunlara sugeçirmez kapılar takılır.

Modern bir firkateynin, nükleer saldırı durumunda, nükleer kirlenmenin önüne geçmek için tam anlamıyla kapalı olarak seyredebilmesi gerekir. Bunun için özel havalandırma önlemleri alınır. Firkateynlerin güverte üstü yapıları arasında artık, radar odası, elektronik savaş bürosu, haberleşme odası, bilgisayar odası ve kapalı bir kaptan köprüsü bulunmaktadır. 1 numaralı güvertede, depo, subay kamaraları, gemi mutfağı, dinlenme odaları ve gemi reviri yeralır. 2 numaralı güverteyse, silah bölümleri, güç merkezi, cephanelikler, silah yedek parça depoları, yemek salonları, mutfak ve mutfak malzemesi odası, gemi denetim merkezi ve çarkçıbaşı çalışma odası gibi bölümlere ayrılmıştır. 3 numaralı güverte, sonar donatımı odasını, küçük rütbeli subaylar gazinosunu, soğutma ve yakıt depolarını kapsar. Teknenin dibi de, cephanelik ile dizel yakıt tanklarına ayrılmıştır. Burada ayrıca, helikopter yakıtı, çeşitli yağlar ve sonar malzemesi bulunur.

Mayın tarama gemileri, düşman mayınlarını yok etmek için yapılmış küçük ve hızlı gemilerdir. (üstte solda) Bunlar, magnetik mayınlardan zarar görmemeleri için ağaç, alüminyum ya da fiberglas gibi malzemeden yapılır. Resimdeki tekne, Alman Deniz Kuvvetleri'ne bağlı bir kıyı mayın tarama gemisidir. Kıç güvertedeki beyaz, bombaya benzeyen aygıt, bir paravandır.

Bir İngiliz güdümlü füze destroyeri. (üstte sağda) Gemide iki tip füzenin yanı sıra, dört top bulunur.

A.B.D. Deniz Kuvvetleri'nin bir uçak gemisinin yukardan çekilmiş bu resminde, açılı uçuş pisti görülmektedir. (solda) Piste inmeyi başaramayan uçaklar, öteki uçaklara çarpmadan geçebilirler. Baş ve kıçtaki iki büyük dikdörtgen, uçak asansörleridir.

Güdümlü füze taşıyan destroyerler: Güdümlü füze destroyerleri, firkateynden daha büyüktür. Boyları, eski kruvazörlerin boylarına yakındır. Sözgelimi, İngiliz Krallık Deniz Kuvvetleri «County» sınıfının deplasmanı, 6 309 tondur. Geminin silah donanımı, dört top, radar denetimli «Seaslug» gemiden havaya füzesi, iki «Seacat» füzesi ve denizaltısavar torpidoları atan bir «Wessex» helikopterinden oluşur. Mürettebat (36 subay ve 459 er), iklimleme sistemiyle donatılmış bölümlerde yatar ve çalışır. Daha aşağı bir güvertede olan haberleşme merkezi ile harekat denetim merkezi, bir asansörle köprüye bağlanmıştır. Açık güverteler, nükleer artıkların temizlenmesini kolaylaştırma amacıyla, çok yalın yapılmıştır.

Son yıllarda yapılan tekneler, «Seacat» füzeleri ve sonar donanımları dışında, gelişmiş haberleşme sistemi, harekat bilgi otomasyonu, taktik bilgi değerlendirme ve cayroskoplu navigasyon sistemleriyle donatılmaktadır.

Çıkarma gemileri: Bu tip gemiler, liman bulunmayan bölgelere ve kıyılara, ağır askeri donanımların ve askerlerin taşınmasında kullanılırlar. Tekne, biri asker ve hafif donanımlar, öteki de tank ve ağır araçlar taşıyabilecek, iki tip çıkarma aracı taşır. Çıkarma gemisinin kıç tarafındaki suyla doldurulabilen güvertesinde, dört büyük çıkarma teknesi taşınabilir. Askerler, mataforadan indirilen çıkarma teknesine, 1 numaralı güverteden geçerler. Dok içinde, gemi bordasının ya da çıkarma teknesinin hasar görmemesi için tahta destekler vardır.

Dok döşemesi, askerlerin gemiden gemiye geçme-

a) radar odası, bilgisayar odası, elektronik savaş bürosu, kapalı köprü
b) 1 no'lu güverte: Yemekhane; subay kamaraları; mutfak gazino; revir
c) 2 no'lu güverte: Silah bölmeleri; güç merkezi; cephanelik; silah ve yedek parça deposu; subay yemek salonu; mutfak; levazım odası; «Seacat» cephaneliği; harekat merkezi; çarkcıbaşı çalışma odası; gazino
d) 3 no'lu güverte: Sonar donatımı odası; subay dinlenme odası; soğuk hava deposu; cephanelik; yakıt deposu
e) cephanelik, dizel yağı, helikopter yakıtı, motor yağı, sonar yuvası
f) makina dairesi
g) kazan dairesi

uzun menzilli uyarı radarı

Seacat füze rampası

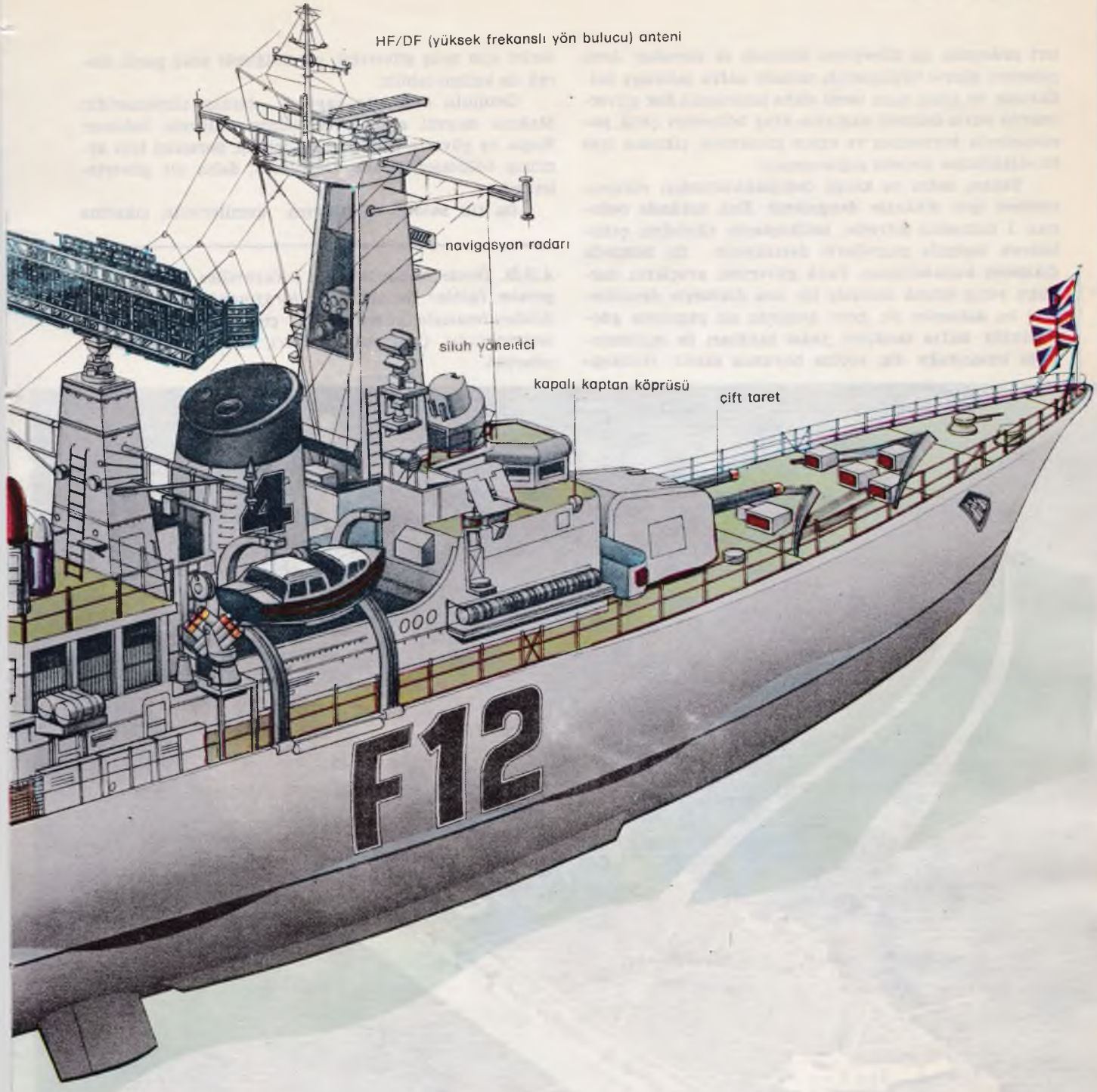
Seacat füzeleri kumandası

helikopter hangarı

Wasp helikopteri

denizaltısavar havanı (su bombaları)

değişebilir derinlik sonarı



Genel amaçlı bir fırkateyn. Bu tip gemilerin görevleri, denizaltıları bulup tahrip etme (her hava koşulunda) ve düşman gemilerine, uçaklarına, kıyı hedeflerine saldırmadır. Bu nedenle çeşitli silahlar kapsarlar. Bazılarında top yerine, denizaltısavar füzeleri vardır.

leri sırasında, su düzeyinin üstünde ve kurudur. Ama çıkarma görevi başlayacağı zaman, safra tankları doldurulur ve gemi suya biraz daha batırılarak dok güvertesinin suyla dolması sağlanır. Araç bölmeleri çelik paravanlarla korunmuş ve egzoz gazlarının çıkması için havalandırma sistemi sağlanmıştır.

Tekne, safra ve kargo değişikliklerinden etkilenmemesi için dikkatle dengelenir. Dok üstünde bulunan 1 numaralı güverte, helikopterin ağırlığını çekebilecek biçimde putrellerle desteklenir. Bu bölümde dikmeler kullanılamaz. Tank güvertesi, araçların durduğu yerin altına dizilmiş bir sıra dikmeyle desteklenir; bu dikmeler de, gene geminin alt yapısıyla güçlendirilir. Safra tankları, yakıt tankları ile malzemelerin bulunduğu dip bölüm boyunca dizilir. Helikopterler için uçuş güvertesi, gerektiğinde araç parkı olarak da kullanılabilir.

Geminin ana güç kaynağı buhar türbinleridir. Makina dairesi araç güvertesinin altında bulunur. Başta ve güverte üstü yapılar içinde, personel için ayrılmış bölümler yeralır. Depolarsa, daha alt güvertelerdedir.

Bu tür saldırı ve çıkarma gemilerinde, çıkarma

A.B.D. Deniz Kuvvetleri'nin «Nashville» saldırı gemisi. (altta) Bu gemi, kıç tarafındaki doka su doldurulmasıyla yüzen birçok çıkarma teknesi taşımaktadır. Çıkarma tekneleri, kıçtaki kapaktan çıkarlar.

teknelerinin yerini, gelecekte HAVA YASTIKLI TAŞITLAR'ın alması beklenmektedir. Böylece çıkarma, çok daha kısa sürede kolaylıkla gerçekleştirilebilecektir.

Uçak gemileri: Uçak gemileri, belirli özellikler taşımaları gereken karmaşık gemilerdir. Bunların güverteleri, uçakların kalkış ve inişlerini sağlama amacıyla su kesiminin oldukça üstünde yeralır. Güvertenin boş bırakılması için, kaptanı köprüsü ve baca gibi yapılar güvertenin sancak tarafına toplanır. Hangar güvertesi, iki güverte derinliğini kaplayan bir boşluk olmalıdır. Kazan boruları, hangar güvertesinden geçmemeleri için, sancak tarafından geçirilerek doğruca bacaya bağlanır.

43 000 tonluk İngiliz «Ark Royal» uçak gemisinde, güverte kenarlarına dizili çıkıntılar üstünde birçok dörtlü «Seacat» füze rampası, otuzu aşkın uçak ve altı helikopter bulunur. Uçak gemisi güvertesinin, uçağın inişine ve ağır uçaklara hız verecek katapult boyuna yer sağlayacak kadar uzun olması gereklidir. Uçakların birbiri arkasına iniş yapabilmeleri için, uçak güvertesinin açılı olması daha uygundur (gemi boyunca birkaç derecelik açıyla yana doğru). Bu biçimde, uçuş güvertesinin boyu uzatılabilir. İnen ve kancayla durdurulan uçak, arkasından gelen başka bir uçağa yer açmak için, hemen sancak tarafına çekilir.

Hangarın iki ucunda bulunan ve elektrikli zincir sistemiyle çalışan iki asansör, uçakların güverteye çıkarılmasında ya da hangara indirilmesinde kullanılır. Hangarın iskele ile sancak taraflarında, uçak bakım ve onarım atölyeleri yeralır. Uçak cephane ve yakıtları, güvenlik nedeniyle geminin daha aşağı bölmelerinde depolanır. Yüksek hızlı düşman uçaklarının izlenmesi için, uzun menzilli radar, radyo haberleşme sistemi ve bilgisayarlar gereklidir. Gemide, brifing, uçak, hangar ve uçuş denetim merkezlerinin yanı sıra, bu gibi donanımlara da yer ayrılması zorunludur.

Katapultun arka ucuna, kalkış bekleyen uçakların zarar görmemesi için, jet egzozundan korunma sistemi yerleştirilir. Kalkış yapılan bölümde, güverte levhaları da ayrıca, aşırı ısınmaya karşı suyla soğutulur.

Uçak gemilerinde yangın söndürme sistemleri son derece önemlidir. Yangın durumunda hangara, uzaktan denetimli pompaların çalışmasıyla otomatik olarak su püskürtülür.

Devriye gemileri: Devriye ya da karakol gemileri, pek çok ülke tarafından, kıyıların savunulması ve kurtarma işlemleri için kullanılmaktadır. Bunların bazıları, denizaltısavar silahları gibi güçlü silahlarla donatılmıştır. Bu tip gemiler oldukça yüksek hızlıdır. A.B.D. Deniz Kuvvetleri'nde bazı devriye gemilerine su kızakları (Bk. HİDROFOİL) takılmıştır. Bu tip gemilerin büyük çoğunluğu, gaz türbinleriyle çalıştırılır. Normal karakol gemilerinde mürettebat için gerekli barınma yerleri sağlanmıştır. Gemi topu, başaltında bulunan hareketli bir dolum sistemi tarafından doldurulur. Harekat odası, kapalı köprü ve radyo odası, hemen topun arkasında yeralan ayrı bir güvertede bulunur. Geminin güç kaynağı, çift dizel motorlarıdır.

Buharlı gemilerin yapılmasından sonra, savaş gemilerinde bir süre daha yelken direkleri bulundurulmuş ve gerektiğinde yelken açılmıştır. 1893'te yapılmış olan bu resmin (üstte) ortasında, Çarlık Rusyasının bir savaş zırhlısı görülmektedir.

Makina dairesinde iki alternatör ile ana denetim tablosunun bulunduğu bir denetim odası vardır. Bazı ülkelerin deniz kuvvetleri, büyüklük bakımından firkateyn ile devriye gemileri arasında yeralan tekneleri de kapsar. «Korvet» adı verilen bu gemiler, barış zamanında, hem firkateynlerin yaptığı görevleri daha ekonomik olarak yaparlar, hem de denizcilik eğitiminde kullanılırlar.

Mayın tarama gemileri: Bunlar oldukça küçük teknelerdir. Büyük bir mayın tarama gemisinin boyu yaklaşık 47 m, deplasmanı 360 tondur. Daha küçük kıyı tarama gemilerinin boyları yaklaşık 30 m, deplasmanları 120 ton kadardır. Mayınları bulup yok etmekle görevli olan mayın tarama gemilerinde, her tür mayının temizlenmesini sağlayacak araç gereç bulundurulur.

Yüzer deniz mayınları, dipteki beton ağırlıklara kablolarla bağlıdır ve bir gemi teknesine çarptıklarında patlarlar. Mayın tarama gemisi, PARAVAN'ıyla mayın kablolarını kesip, su yüzüne çıkan mayınları

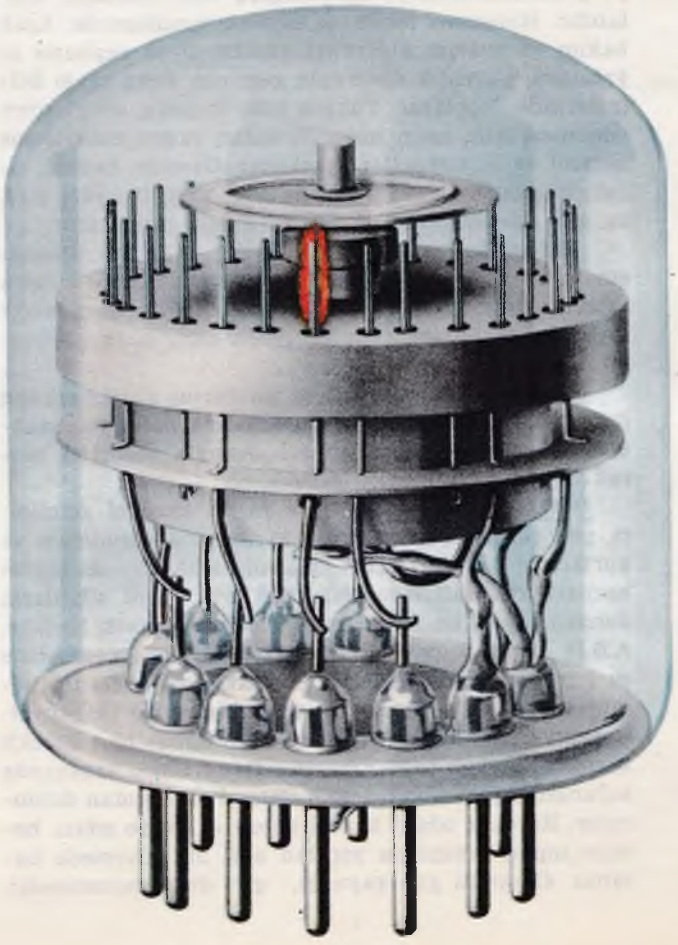
uzaktan patlatarak yok eder. Gemilerin magnetik alanının etkisiyle patlayan magnetik mayınlar, gemideki bir jeneratör tarafından sağlanan elektrik akımıyla, kıçtan sarkıtılan bir kablo yardımıyla yok edilir. Gemilerin çıkardığı gürültü etkisiyle patlayan akustik mayınların yok edilmesiyse, gene mayın tarama gemisinin arkasından çekilen, üstünde gürültü jeneratörü bulunan bir silindirle sağlanır. Bazı mayınlar da, üstlerinden geçen geminin oluşturduğu basınç değişikliğiyle patlayacak biçimde yapılır.

Mayın tarama gemileri, görev sırasında magnetik mayınlardan zarar görmemeleri için, magnetik olmayan malzemeden yapılır. Bu amaçla, genellikle ağaç ve alüminyumdan yararlanılır. Ama son yıllarda plastik de kullanılmaya başlanmıştır. Hem magnetik olmayan, hem de hafif bir madde olan plastik, mayın tarama gemilerinin tekneleri için çok uygun bir malzemedir. Plastikten yapılan teknelerde korozyon sorunu da ortaya çıkmadığından, bakım işlemleri azalmaktadır. Bu tür plastik teknelerin kalınlığı 30 mm kadardır ve tekne ayrıca, sertleştirilmiş poliüretan köpüğü çevresine geçirilmiş çapraz çerçevelerle güçlendirilir. Çerçeve bağlantıları, denizaltındaki bir patlamada ayrılmamaları için, bronz cıvatalarla tutturulur.

SAYICI

Endüstride ve ticaretin birçok dalında çeşitli sayıcı aygıtlar kullanılır. Bunlara verilebilecek en iyi örnek, yalın bir mekanik sayıcı olan kilometre saatidir. Belirli noktalardan geçen kişileri sayma amacıyla kullanılan aygıtlar da bunlara benzer. Mekanik sayıcılar, elektrik sinyallerini sayan SOLENOİT'lerin eklenmesiyle, elektromekanik düzenekler haline getirilebilir. Bunlardan başka, bazıları sayma işlemini gerçekleştiren, bazıları da başka bir devre yardımıyla bulunan sayıyı gösteren, bütünüyle elektronik sistemler de vardır.

Mekanik sayıcılar: Bunlar, on dişli bir çarkın üstünde hareket eden bir tırnakla çalışırlar. Tırnağın her ileri-geri hareketi, çarkı bir diş döndürür. Çarka, kenarında sayılar bulunan bir halka bağlanmıştır. Aygıt kutusunun penceresinden, bu sayılardan yalnızca biri görülebilir. Bu yüzden, tırnağın her hareketi,



Bir mekanik sayıcının içi. (sağda üstte) Dişlilerden oluşan sistem, hareketli milin dönüşünü en sağdaki kırmızı yazılı diske iletir. Bu diskin üstündeki 9 sayısı göstergeye geldiği zaman, diskin sol yanında yeralan bir pim, alttaki silindire kenetlenerek, solundaki yazılı diski de birlikte döndürür. Dekatron sayıcı tüpü. (sağda altta) Daha duyarlı çalışan elektronik sayıcı devreleri geliştirildikten sonra kullanılmamaya başlanan bu tüpte, ortadaki disk anot, çevresinde yeralan çubuklarsa katotlardır. Tabandaki pimlere bağlanan çubuklar,ana katotlardır. Bunların arasında, tümü birden kendi aralarında birleşerek iki ayrı pime bağlanan kılavuz katotlar yeralır.

pencereden bir sonraki sayının görünmesini sağlar.

Genellikle bu dişlilerden birkaçı yan yana takılır ve her zaman sağdaki, soldakini çalıştırır. Böylece, sağdaki dişli bir turu tamamladığı zaman, soldaki bir diş döner ve otomatik olarak onlar, yüzler, vb. haneler sayılır.

Bütün işlemler, tırnağın ileri-geri hareketini gerçekleştirmeye uygun olmayabilir. Otomobillerdeki kilometre sayıcısı, hız göstergesini çalıştıran ve hareketini tekerleklerin dönüşünden alan kilometre teline bağlı olarak çalışır. Bir dişli ile KAM, dönme hareketini, ileri-geri harekete dönüştürür. Ne var ki, hareketin hızı, istenilenden çok daha yüksektir. Bu yüzden her sayı için birçok diş kullanılır ve sayılardan en sağdaki, araç hareket halindeyken sürekli olarak döner. Kamlı düzenek, araç hangi yönde yol alırsa alsın aynı tırnak hareketini oluşturduğundan, geriye doğru gidildiği zaman da, alınan yol, göstergedeki sayılara eklenir.

İleri-geri hareketi sağlama amacıyla bir solenoit eklenerek, elektrik sinyalleri sayılabilir. Böylece, sözkonusu aygıtlar, bir makina hareketinin elektrik sinyallerine dönüştürülebildiği ya da sözgelimi bir şaftın dönüşünün bir devreyi açıp kapattığı durumlarda, endüstriye başarıyla uygulanabilir.

Elektronik sayıcılar: Mekanik sayıcıların başlıca sakıncaları, yavaş çalışmalarıdır. Bu yüzden, mekanik aygıtlar, yüksek sayma hızlarına elverişli değildir. Yüksek sayma hızı gerektiğinde elektronik sayıcılardan yararlanılır.

Sayma işleminde kullanılan elektronik sayıcılara örnek olarak, sayıcı tüp (ya da *Dekatron)* gösterilebilir. Bu aygıt, kenarı 1'den 10'a kadar numaralanmış olan bir gösterge tablosu üstünde parlak bir ışıklı nokta oluşturur. Nokta, DEŞARJ TÜPÜ'nde olduğu gibi, alçak basınçlı bir gazın içinden elektrik akımı geçirme yoluyla elde edilir. Geçen akımın değeri, ışıltının yalnızca katot çevresinde kalmasını sağlayacak biçimde ayarlanır.

Sayıcı tüpte bir anot, 10 ana katot ve ana katotların aralarında *A* ve *B*'yle gösterilen ikişer kılavuz katot bulunur. Bütün *A* kılavuz katotları birbirine, bütün *B* katotları da gene birbirine bağlanmıştır. Bu katot gruplarına, tüpün tabanında yeralan iki pim aracılığıyla ulaşılabilir. Ana katotların her biri için de ayrı bir pim vardır.

Ana katotların her biri anotla aynı eksi değerde olduğundan, deşarj bunların herhangi biri üstünde oluşabilir. Katotlar arasındaki uzaklık, deşarjın bir katottan ötekine kendiliğinden atlamasını engeller. Işıltı, üstünde bulunduğu katotla birlikte, kılavuz katotları da kaplar ve bunlar, normal durumda artı gerilim taşımalarına karşılık, deşarjın oluşumunu desteklerler. Deşarjın bir sonraki sayıya geçmesi istendiği zaman, önce *A* kılavuzlarına, sonra da *B* kılavuzlarına eksi potansiyel uygulanır. Böylece, deşarj, ana katottan A'ya, sonra da B'ye geçer ve kılavuzlardaki potansiyel ortadan kalkınca, bir sonraki ana katoda atlar. Bu işlem son derece çabuk gerçekleşir ve saniyede 5 000 sayıma kadar ulaşılabilir.

Deşarj, gösterge tablosu üstünde bir turu tamamlayıp, sıfırıncı katoda ulaştığı zaman oluşan sinyal, elektronik olarak başka bir tüpü çalıştıran sinyal çiftlerine dönüşür ve böylece onlar, yüzler, vb. haneleri çalışır. Sayıcıyı sıfırlamak için, sıfırıncı katot dışındaki bütün katotlara artı potansiyel uygulanır. Böylece ışıltı, hemen sıfırıncı katoda geçer. İşlem çok kısa bir sürede gerçekleşir.

Bu düzeneğin daha gelişmiş bir türünde, bir tek ışıltı yerine, yan yana dizilmiş bir dizi ışıltı bulunur. Aradaki bağlantı, bir öncekini izleyen her ışıklı noktanın, bir başka sayı ya da simgeyi belirlemesini sağlayacak biçimde yapılmıştır.

Söz konusu aygıtlarda sinyallerin, katotlardan birinin ışıldamasını sağlamak için, o katoda uygulanması gerekmez; bunun yerine, sayma işlemini tüpler kendiliğinden gerçekleştirir. Gittikçe yaygınlaşan bir sayı gösterme yöntemi, katot yerinde sayı biçiminde telleri bulunan *sayısal gösterge tüpleri* ya da *Digitron*lardır. Her katodun ayrı bir pimi vardır ve gereken pimi seçip buna uygun eksi potansiyeli uygulama amacıyla, ayrı bir devre kullanılır. «MANTIK DEVRELERİ» adı verilen bu devre türleri, tüplerde gösterilen sayım işlemini gerçekleştirir. Sayısal gösterge tüplerinin sayıcı tüplerden üstünlüğü, sayımı anında göstermeleridir.

Bu düzeneklerin yüksek çalışma hızı, sinyaller biçiminde algılanan RADYOAKTİFLİK ölçümlerine çok uygundur. Öteki sayma yöntemleri arasında, ışığı algılayan FOTOSEL'ler sayılabilir. Bir ışık kaynağı ile fotosel arasından birinin geçmesi gibi durumlarda ışık bir an kesilince, elektrik akımı da kesilir. Bu olaydan elektromekanik ya da elektronik bir sayıcıyı çalıştıran sinyallerin oluşturulmasında yararlanılır.

SAYILAŞTIRMA AYGITI

Sayılaştırma aygıtı, *analog* ya da sürekli olarak değişen nicelikleri, sayısal sinyallere (yani, kod biçimindeki bir dizi elektrik vurusuna) çeviren bir aygıttır.

Bilim ve endüstrideki birçok ölçüm (sözgelimi sıcaklık, basınç ya da dönen bir motor şaftının hızı) analog biçimdedir. Bu tür ölçülerin sayısal BİLGİSAYARLAR tarafından ele alınabilmesi için, analog biçimden sayısal biçime dönüştürülmesi gerekir. Bazen de bunun tersinin yapılması zorunlu olur; bilgisayardan gelen sayısal sinyallerin, GRAFİK GÖRÜNTÜ halinde gösterilmesi ya da bir işlemin denetlenmesi istenebilir.

Analogdan sayısala dönüştürme: Analog verileri sayısal biçime dönüştürebilmek için, belirli aralıklarla birkaç «okuma» yapılması, yani örnek alınması gerekir. Ayrıca, giriş sinyalleri değerleri dizisi, «*katsayı basamağı*» denen bir dizi basamağa bölünmelidir. Bu basamakların her biri küçük bir değer dizisi içerir. Böylece, her örnek, sinyal büyüklüğüne göre belli bir zamanda yalnızca bir basamakta bulunabilir.

İşlem yaklaşık bir değer verir. Sinyalde, okuma

hızını aşan hızda önemli değişmeler olursa, bu bilgiler yitirilecektir. Sözgelimi, bir televizyon görüntüsünden saniyede milyonlarca örnek seçilmesi gerekir. Sinyal için çok az sayıda katsayı basamağı bulunması da, bazı bilgilerin yitirilmesine yolaçar. Yalnızca iki katsayı basamağının kullanıldığı bir sistemde, bir TV resmi, siyah-beyaz (gri tonları bulunmayan) görünecektir.

Konuşmanın sayısal olarak kodlanması: Bir konuşmayı, başka bir yere iletmek için sayısal biçime dönüştürmede, bir mikrofon ile bir sayılaştırma aygıtı kullanılır. Mikrofon, konuşmanın oluşturduğu basınç dalgalarını, bunlara eşdeğerde değişken gerilime çevirir. Elektronik sayılaştırma aygıtı da, değişken gerilimi sayısal koda dönüştürür.

Elektronik sayılaştırma aygıtlarının bir türü, analog giriş sinyalini «rampa gerilimi» denen ve doğrusal olarak artan bir gerilimle karşılaştırır. Rampa gerilimi, bir dizi kodlu sayı üreterek, kendi içindeki bir vuru jeneratörünün ürettiği vuruları sayan bir sayıcı aygıtla eşzamanlanmıştır. Rampa gerilimi analog giriş gerilimine eşit duruma geldiği zaman, sayıcı durur. O anda sayıcının okuduğu sayı, rampa gerilimini, dolayısıyle de analog sinyal değerini gösterir. Bu değer, sinyalin sayıcıdan sayısal olarak okunan örnekleme değerini verir.

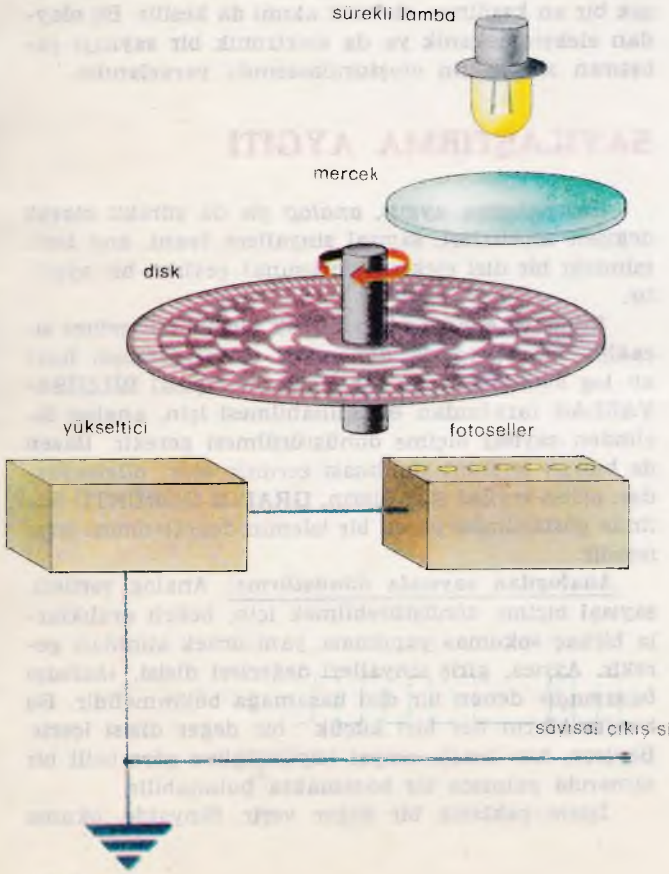
Üretilecek olan en üst frekansların duyma sınırına ulaştığı (yaklaşık 18 kHz) hi-fi sistemlerde, örnekleme hızı bunun en az iki katı (36 kHz ya da saniyede 36 000 örnekleme) olmalıdır. Gerçeğe yakın ses üretiminde, 1 024'e kadar katsayı basamağı gerekebilir. Her örnekteki analog sinyal büyüklüğünün bir tamsayıyla gösterildiği VURU KOD MODÜLASYONU kullanılan durumlardaysa, 10 basamaklı tamsayılar (bit) gerekir. 1 024 için tamsayı kodu, her biri 0 ya da 1 olan 10 bitten oluşur. Telefon sistemindeyse böyle bir duyarlılığa gerek yoktur. 8 kHz'lik örnekleme hızı ve 256 katsayı düzeyi (8 bit), bu sistemler için yeterlidir.

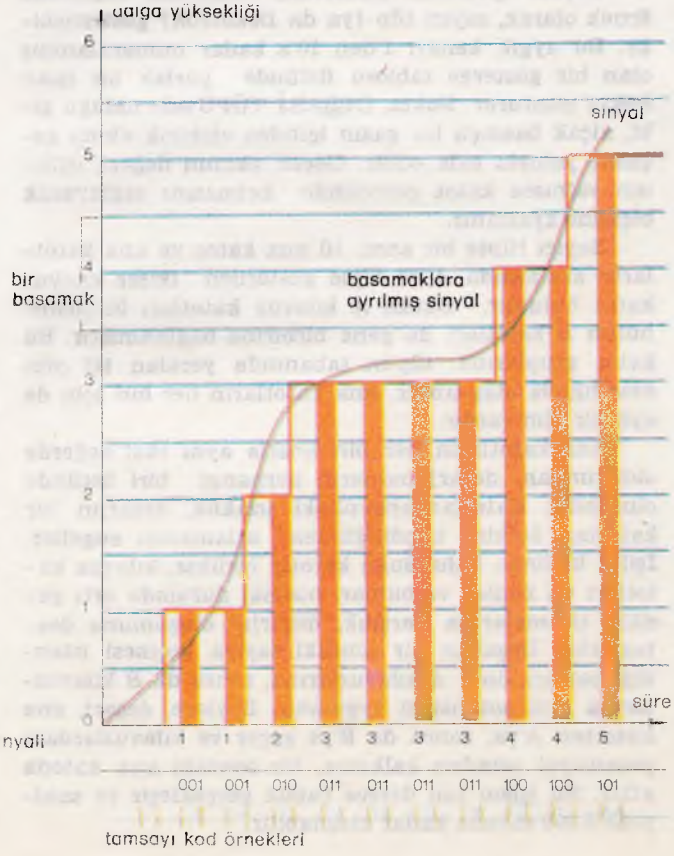
Konuşmayı sayısal koda dönüştürmede kullanılan bir başka sistem de, delta modülasyonudur. Bu tür sayılaştırma aygıtından çıkan vurular, analog sinyallerin değişme hızını sürekli olarak gösterir. Bu aygıtlar,

---

Dönel sayılaştırma aygıtında, milin hareketini ölçmek için, tamsayıyla kodlanmış bir disk kullanılır. (altta solda) Diskin üstüne bir ışık demeti düşürülür. Diskin arkasındaysa bir dizi fotosel bulunur. Diskin her konumunda, arkadaki fotosellerin üstüne, belli bir düzenleme içinde bulunan bir ışık düşer ve buna karşılık olan bir çıkış değeri okunur. Bu değer daha sonra, uygun sayısal biçime dönüştürülür.

Bir analog-sayısal dönüştürücüde önce analog sinyal, basamaklara ayrılarak, basamaklı yaklaşık değer üretilir. (altta sağda) Bu, daha sonra, örnek seçme yöntemiyle tek tek vurulara ayrılır ve vurular tamsayılara çevrilir.





konuşma ve resim kodlaması dışındaki uygulamalara da elverişlidir. Fiziksel niceliğin gerilime dönüştürülebildiği her durumda, gerilim, sayılaştırma aygıtıyla sayısal sinyale çevrilebilir. Sözgelimi, sayısal GERİLİMÖLÇER, sayısal göstergesi olan çok duyarlı bir sayılaştırma aygıtından başka bir şey değildir (Bk. SAYISAL OKUMA AYGITLARI).

Tam elektronik olan sayılaştırma aygıtlarının yanı sıra, elektromagnetik algılama aygıtları kullanan sayılaştırma aygıtları (alan sayılaştırma aygıtında olduğu gibi) ile birleşik optik ve elektronik algılama aygıtları kullanan sayılaştırma aygıtları (doğrusal ve dönel sayılaştırma aygıtlarında olduğu gibi) da vardır.

Alan sayılaştırma aygıtları: Bu tipte, bir resim panosu bulunur. Panonun içine hem dikey, hem de yatay olarak teller gömülmüştür. Tellerin ızgara biçiminde düzenlenmiş olması, her kesişme noktasının özel bir yatay ve dikey koordinatı tanımlamasını sağlar.

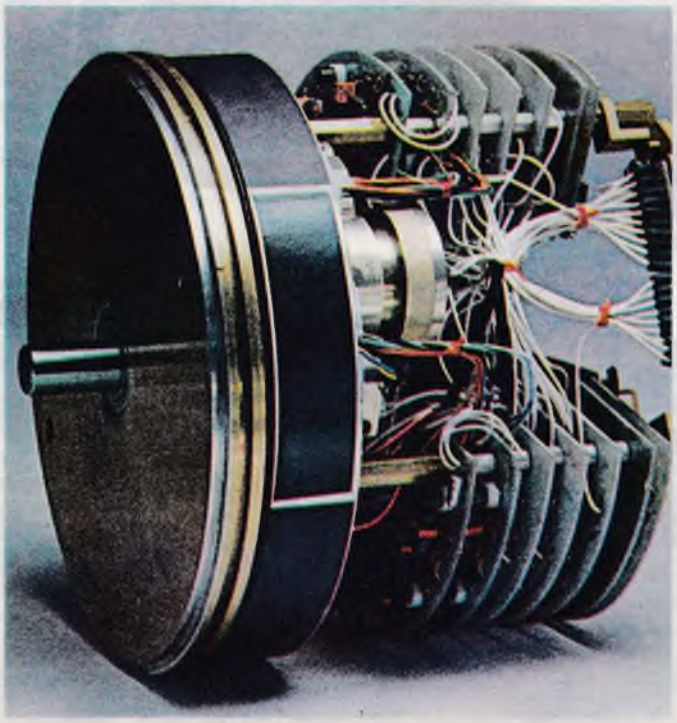
Tarama ve okuma, bir algılama aygıtıyla yapılır. Bu aygıt, elle sayılaştırma panosu üstünde gelişigüzel dolaştırılır. Tarama aygıtının içinde, elektromagnetik alan üreten bir bobin bulunur. Algılama aygıtında, bir elektromagnetik alan yaratan ve panonun içine gömülmüş bulunan tel ızgaranın belirli koordinatlarında sinyal indükleyen, bir bobin vardır. Hem tel ızgara, hem de algılama aygıtı, genellikle bir bilgisayar olan bir tür bilgi işlem aygıtına bağlanır.

Doğrusal ve dönel sayılaştırma aygıtları: Doğrusal sayılaştırma aygıtları (optik hareket algılayıcıları) ve dönel sayılaştırma aygıtları (optik mil açısı kodlayıcıları), «artımlı» ya da «mutlak» olarak sınıflandırılabilir.

Artımlı sayılaştırma aygıtları, hareket sırasında (yani doğrusal ya da dönel bir hareket olduğu zaman) bir dizi vuru üretirler. Alınan yolun uzunluğu arttıkça, daha çok sayıda vuru üretilir. Hareketin hızı, vuru frekansından belirlenir (sözgelimi, saniyede vuru sayısı biçiminde ölçülür) ve bu vurular toplanarak, yeni konum bulunur.

Mutlak kodlayıcılar, artımlı tiplerin geliştirilmiş biçimidir. Bunlar, takım tezgâhı endüstrisi için yapılmışlardır. Aralarındaki temel fark, artımlı tiplerde mutlak konumun hemen okunamamasına karşılık, mutlak tiplerde bu olanağın sağlanmasıdır.

Dönel sayılaştırma aygıtı. (altta) Aygıt, dönen bir milin konumuna ilişkin sayısal bilgi verir. Resmin en solundaki kapalı kutunun içinde, tamsayı kodlu disk bulunur. Disk optik bir aygıtla okunduktan sonra, veriler, levhalara monte edilmiş elektronik devreler tarafından kullanılmaya elverişli sayısal biçime dönüştürülür. Bir yayın 36 saniyelik kesirlerine kadar okuma yapılabilir.



SAYISAL OKUMA AYGITLARI

Sayısal okuma aygıtları, ölçülen bir niceliği ya da bir hesap sonucunu, döner bobinli gerilimölçerdeki gibi bir ölçek üstünde hareket eden bir ibre yerine, doğrudan rakamlarla gösterir. İşlem, elektromagnetik, elektrikli ya da elektronik aygıtlarla yapılabilir.

Gösterilecek olan bilgi genellikle, okuma aygıtı kullanılarak üretilmiş bir elektrik sinyali biçimindedir. Bu sinyalin kodlanarak, ekranda gösterilmeye uygun biçime dönüştürülmesi gerekir. Buna «aradevreleme» denir.

Belli bir işe en uygun ekran tipinin belirlenmesinde üç temel etken vardır: Aradevreleme yöntemi; ekranın,gösterme mekanizması, elektrik devresi ve aygıt içindeki yeri açısından ortaya çıkan gereklilikler; ekranın ne amaçla kullanılacağı (ekran, bir cep hesap makinasının 2,5 milimetre yüksekliğindeki yazılarından, bir demiryolu ya da havayolu panosundaki 15 santimetre yüksekliğindeki yazılara kadar değişebilir).

Ekranlar kabaca üç ana gruba bölünebilir. Birincisi, elektromekanik tiptir. Bunda, bilginin ekranda gösterilmesi işinde hareketli parçalar kullanılır. İkincisi, elektrikli tiptir; bir filamanlı lamba grubu ya da bir gaz deşarj aygıtı olabilir. Üçüncüsüyse, daha gelişmiş olan elektronik tiptir. Elektronik tipte, katı yapılı ışık salıcılar ya da SIVI BİLLURLAR kullanılır.

Mekanik göstergeler: Mekanik göstergenin başlıca üstünlüğü, yazı tipi ve büyüklüğü bakımından büyük esneklik sağlamasıdır. Yazının uzaktan kolayca okunabilmesi gereken yerlerde bu önemlidir. Ama aygıtların çalıştırılması güçtür. Bu göstergelerde genellikle, üstünde harfler ya da sayılar yazılı kasnak, disk ya da levhalar, istenen karakter görününceye kadar çevrilir. Çevirme, elektromıknatıslarla, dirençlerle ve

elektrik motorlarıyla yapılır. Bu sistemlerin aradevrelemesi hatalara yolaçabilir ve bakım sorunları yaratabilir. Ayrıca, aygıtlar çok büyük ve pahalıdır. Mantık sistemlerinde ya da fotokopi ve dizgi makinaları gibi büro makinalarında kullanıldıkları durumlarda, hızları sınırlı olduğu için, yararları da sınırlıdır. Bu nedenle, daha çok, yavaş çalışan aygıtlarda kullanılırlar. Sözgelimi, sayısal saatlerde ya da havayolu, demiryolu ve karayolu terminali kalkış-varış panoları gibi, bilgilerin belli sürelerle değişmediği yerlerde kullanılırlar.

Elektrikli göstergeler: Elektrikli göstergelerde kullanılan ilk aygıtlar filamanlı lambalardı. Böyle bir göstergede lambalar bir kafes gibi yerleştirilir ve yazı karakteri, kafes içindeki uygun lambaların yakılmasıyla ortaya çıkarılırdı. Lambalı göstergeler ve bunları çalıştıran elektrik devreleri büyük ve pahalıdır. Filamanlı lambalar, sarsıntıda kolayca bozulur ve sorun yaratacak düzeyde ısı üretirler. Bu nedenle, neon aygıtları geliştirilmiştir. Ama, neon aygıtları da, daha az ısı üretmelerine karşılık, daha yüksek gerilim gerektirirler.

Vakum tüpü teknolojisi, istenen karakter biçimindeki bir elektrodun çevresinde gaz iyonlaşması (ve böylece parlama) ilkesine göre çalışan göstergelerin geliştirilmesine yolaçmıştır. Elektrotlar, radyo lambasına benzeyen gaz dolu bir tüpün içine yerleştirilir. Ekranda gösterilecek olan her karakter (genellikle 0'dan 9'a kadar sayılar) için lambanın içine bir elektrot konabileceğinden, böyle bir aygıtı çalıştırmada kullanılan MANTIK DEVRELERİ çok küçüktür. Hangi sayı gösterilecekse, o elektroda bir gerilim uygulanır. Böylece kodlamaya gerek kalmaz. Aygıtın iki önemli sakıncası vardır: Sayılar bir tüpün içine art arda monte edildiklerinden, her tüpte bir seferde yalnızca bir sayı gösterilebilir ve bu nedenle görüntü düzgün olmaz; aygıt yüksek gerilimler (genellikle 170 volt) gerektirdiğinden, bazen göstergeyi çalıştırmak için, ayrı bir enerji kaynağı kullanmak zorunlu olabilir.

Söz konusu sakıncalar nedeniyle, akkor filamanlı tüpler geliştirilmiştir. Bu aygıtlarda, yazı karakterlerini aynı düzlem üstünde göstererek, daha net bir görüntü sağlayan yedi parçalı bir filaman vardır. Ama bu sistemde kodlama gerekir. Bobin biçimindeki filaman parçaları, aygıt çalıştırıldığında net, parlak bir ışıkla parlar. Daha geniş bir çizgi gerekiyorsa, aygıtın önüne buzlu camdan bir perde konabilir. Ayrıca, filtre kullanılarak her renk gösterge yapmak da olanaklıdır.

Londra'da Euston istasyonundaki bir elektromekanik pano. (altta)

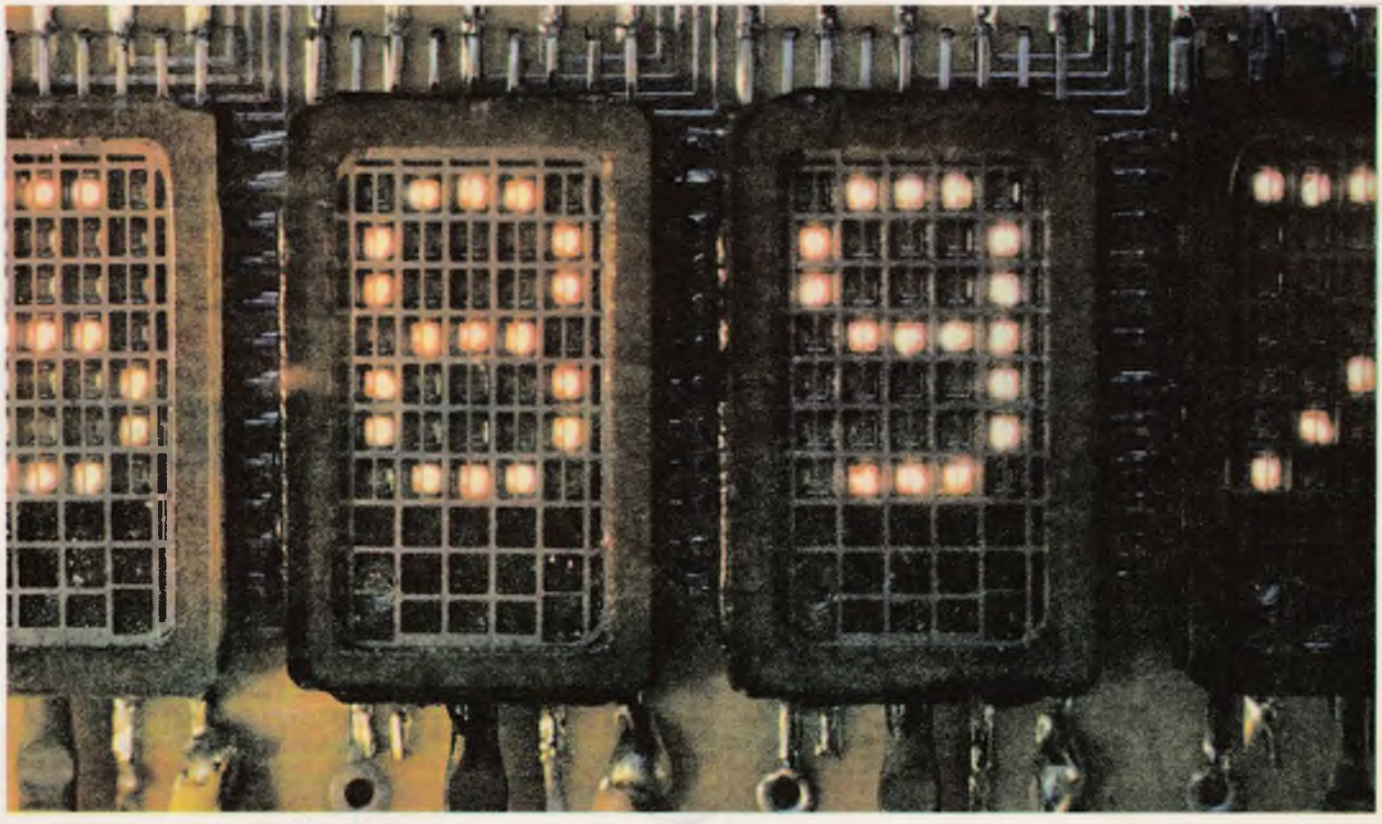
Yeni ortaya çıkan bir gösterge de «kendinden taramalı» gaz deşarjı ekranıdır. Bu türde, bir tek ekrana çok basamaklı sayılar sığdırılabilir. 8-400 arasında karakter alabilen ekranlar bulunmaktadır. Basamaklar, 5×7'lik nokta kafeslerinden oluşan sütunlar halinde düzenlenmiştir. Aygıt her seferinde, soldan sağa doğru bir sütunu tarayarak geçer. Son karakterin ekranda görünmesinden sonra, yeni bir tarama başlatmak için, mantık devresine bir yenileme sinyali verilir.

Katı yapılı ekranlar: Işık salan YARIİLETKEN aygıtlar, gösterge tekniklerinde büyük bir atılım sağlamıştır. Bu aygıtlar, içlerinden bir elektrik akımı geçtiğinde ışık üreten, galyum (bir metal eleman) alaşımı yarıiletkenlerin içinde oluşturulmuş bağlantı noktalarından yararlanırlar. Kırmızı, turuncu, sarı ve yeşil aygıtlar yapılmıştır; mavileri de geliştirilmektedir. Işık salan DİYOT'lar, gruplar halinde düzenlenmiştir. Yazı karakterleri, uygun düzenlemelerin kullanılmasıyla üretilir.

Standart entegre devre tekniklerinin kullanılmasıyla, göstergeler bir tek yarıiletken parçası üstüne sığdırılabilir. Bu, cep hesap makinaları gibi, küçük boyutlu, tek parçalı aygıtların ortaya çıkarılmasını sağlar. Işık salan diyotlu göstergeler, güvenilir olmaları ve düşük gerilimle çalışmaları nedeniyle, çok sayıda standart okuma aygıtında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır ve hızla eski tip göstergelerin yerini almaktadır.

Işık salan diyotlu bir sayısal ekran modülü. (üstte) Resimde modül, «8» sayısını gösterirken görülmektedir. Işık salan diyotlar, galyum arsenürden (GaAs) yapılmış ve elektromagnetik ışınımı görünür ışığa çevirmek için, fosforla işlemden geçirilmiştir. Modülün ortasındaki, diyot dizisinin üstüne konmuş olan kare biçimli bir entegre devredir. Bunda, ekranı çalıştıran mantık devresi bulunur.

5×7 nokta kafesli sayısal gösterge. (altta)



SCHMİDT TELESKOPU

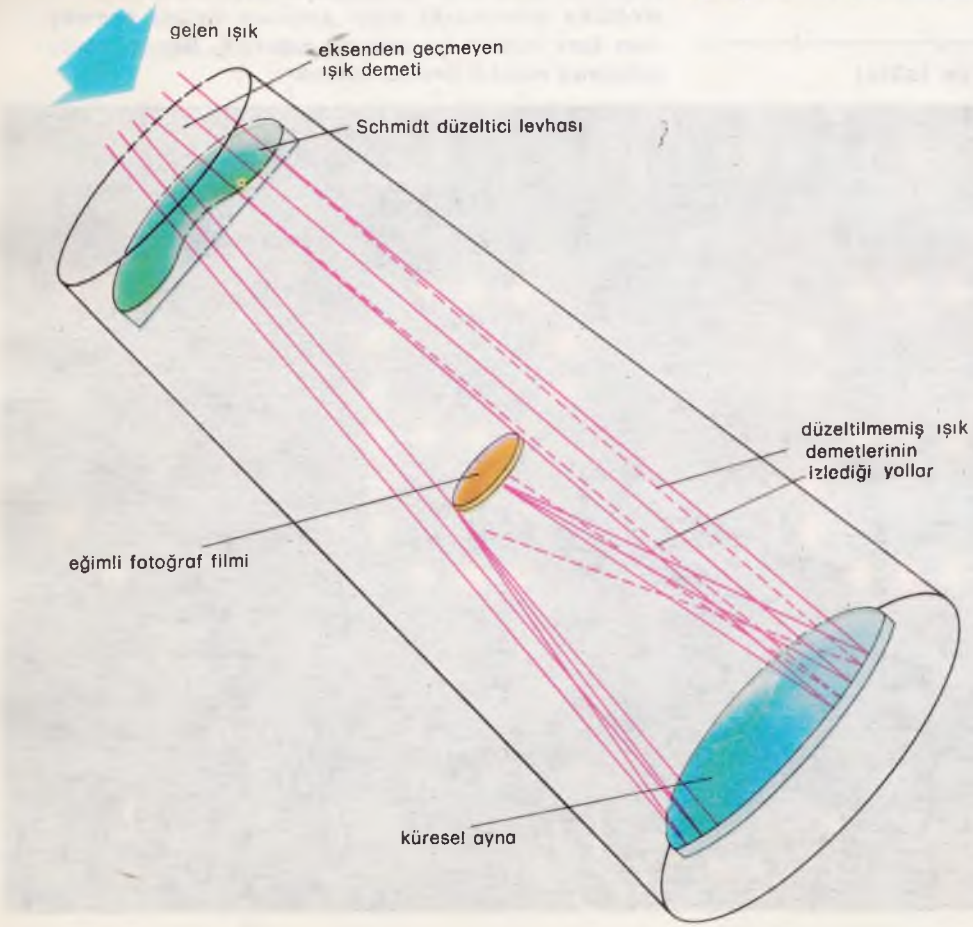
Schmidt teleskopu (ya da objektifi) fotoğraf çekmek için de düzenlenebilen duyarlı bir optik sistemdir. Gökbilim gibi, hem zayıf ışıklı nesnelerin söz konusu olduğu, hem de geniş görüş açısı gerektiren yerlerde, iyi görüntüler elde etmek için kullanılır.

Küresel mercekler gibi, küresel aynalar da, ortalarına yakın yerlerden geçen ışınlardan eksenlerinde iyi bir görüntü oluşturur, ama kenarlarından geçen ışınları, merkez bölgesinin dışındaki bir yere odaklarlar. Bu olaya «küresel sapma» adı verilir; odak oranları büyük aynalarda (Bk. MERCEK), olumsuz etkileri daha da artar.

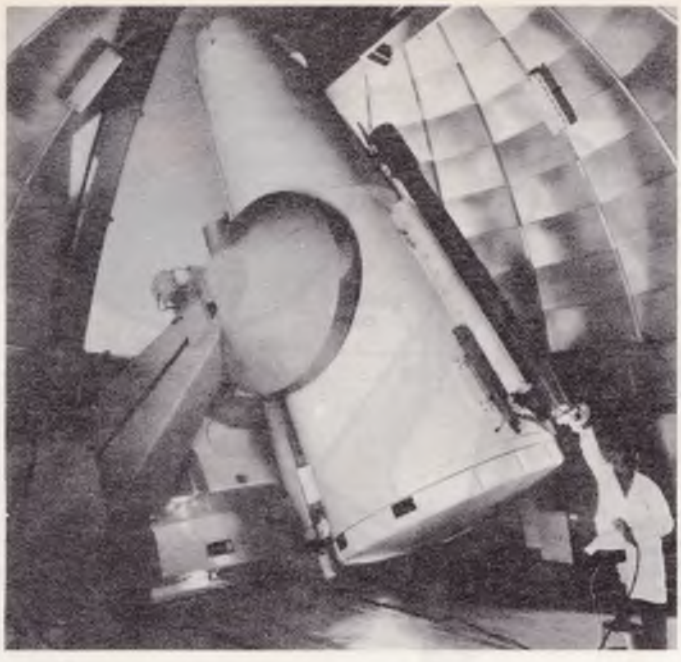
Bunun en yalın çözümü, küresel yüzeyi *paraboloit* biçimine getirmektir. Bu biçimde merkez, küredekinden biraz daha derinde olduğu için, sapma bütünüyle önlenebilir. Ancak, bu biçimin de sanal görüntüde ortaya çıkan ve nokta görüntülerin yayılması anlamına gelen *koma* olayı gibi bir sakıncası vardır. Bu yüzden, daha doyurucu bir çözüm için, bir tür katadiyoptrik sistemin (Bk. KATADİYOPTRİK SİSTEMLER), yani küresel ayna ve düzeltici merceğin birarada kullanılması gerekir.

Bernhard Schmidt 1932 yılında, düzeltici merceğin, aynanın eğrilik merkezine yerleştirilmesi durumunda, sanal ışınların gerçek ışınlar kadar iyi görüntü ver-

Büyük bir Schmidt teleskopuyla çekilen bu fotoğrafta (üstte), 1 milyonu aşkın yıldız vardır. Her yıldız net olarak görülmektedir. Resimdeki genleşen hidrojen bulutu, Palomar dağındaki Schmidt teleskopuyla görüntülenmiş ve «Kuzey Amerika Bulutsusu» diye adlandırılmıştır.



Schmidt objektifinde ışığın izlediği yol. (solda) Düzeltici kullanılmasaydı, ışık noktalı yolu izleyecek ve küresel sapma nedeniyle fotoğraf filmi üstüne odaklanamayacaktı. Düzeltici levhayla, hem eksenden, hem de kenarlardan geçen ışık, film üstünde aynı eğimle odaklanır. Schmidt teleskopları gökbilimde, büyük teleskoplar kadar önem taşır.



Avustralya'da, güney gökkürenin incelenmesinde kullanılan 1,2 m'lik bir Schmidt teleskopu. (üstte)

diğini ve böyle bir katadiyoptrik sistemin geniş bir görüş açısı olduğunu bulmuştur. Schmidt objektifinde odak düzlemi, düzeltici ile ayna arasında, ortada yeralır. Ama merkezi, aynanın eğrilik merkezine, yani düzelticiye doğru çevrilmiştir. Sistem fotoğraf çekiminde kullanılıyorsa, görüntüyü saptayan fotoğraf filminin, bu yüzeye uygun olarak eğilmesi gerekir. Günümüzde kullanılmakta olan en büyük Schmidt teleskopu, Kaliforniya'da Palomar dağındaki gözlemevinde ve Galler'deki (İngiltere) Siding Spring Gözlemevi'ndedir. Bunların ikisinde de odak oranı f/2,5, ayna çapları 183 cm'dir. Söz konusu teleskopların düzeltici çapı 1 m olan bir benzeri, Şili'deki Güney Avrupa Gözlemevi'ndedir.

Açıklığı (düzeltici levha çapı) 30 cm, görüş alanı 50° olan bir teleskop da, göktaşlarının hareketlerini izlemek için Baker tarafından geliştirilmiş, ama sonradan yalnızca, yapma uyduların izlerini bulma amacıyla kullanılmıştır.

Schmidt teleskopundaki düzeltici mercek, genellikle ince, küresel olmayan bir düzeltici levhadır. Ama düzeltici ile aynanın birleştirilmesiyle,tek parça Schmidt teleskopları da üretilebilir. Bu durumda, cam, bir ucuna düzelticinin biçimi, karşı ucuna da aynanın biçimi verilerek, alüminyumla kaplanır. Ortaya da filmin yerleştirilebileceği bir kanal açılır.

SEKSTANT

İlk okyanus yolculuklarından bu yana, denizciler, denizdeki konumlarını, Güneş, Ay ve yıldızların ufuk üstündeki açılarını ölçerek belirlemek zorunda kalmışlardır. Bunların en yalın ve en az duyarlı olanı, Kutup yıldızının (Kuzey yarıkürede) yüksekliğini (ufukla yaptığı açı) ölçmektir. Enlem, Güneş'in yüksekliğinin ya da konumları bilinen parlak yıldızların yüksekliğinin, çizelgelerden yalın hesaplarla bulunmasıyla da saptanabilir.

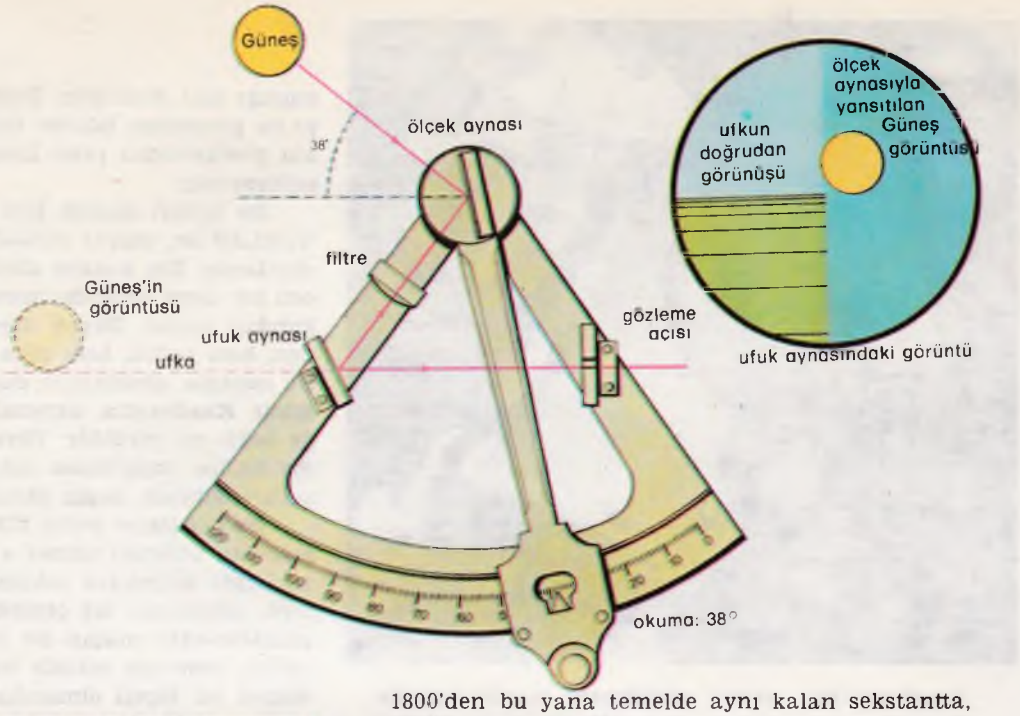
Bu açıları ölçmek için kullanılan ilk aletler, USTURLAB'lar, çapraz çubuklar, iç çubuklar ve kuadrantlardır. Söz konusu aletlerin tümü, temelde, dereceli bir ölçek üstünde hareket eden bir gözlem çubuğundan oluşur. Birçok durumda geminin güvertesinden, hem yıldızı, hem ufku aynı anda görmek gerekir. Bu nedenle, gözlemlerin duyarlı olmaması şaşırtıcı değildir. Kuadrantta, dayanak noktası ufuk değil, ölçeğe bağlı bir çeküldür. Böylece, dikkatin yalnızca yıldız üstüne toplanması sağlanır; ama çekül ileri-geri sallandığından, başka yanılgılar ortaya çıkar.

Bu aygıtların yerini 1731 yılında, James Hadley tarafından bulunan *oktant* almıştır. Oktantın ilkesi, günümüzde kullanılan sekstantlarınkine benzer. Başlıca fark, sekstantın bir çemberin altıda birlik (60°'lik) parçalarından oluşan bir ölçeği olmasına karşın, oktantın, çemberin sekizde birlik (45°'lik) parçalarından oluşan bir ölçeği olmasıdır. Bununla birlikte, oktant, ölçeğinin 45° olmasına karşın, kuadrantla aynı aralığı ölçebildiği için, genellikle «kuadrant» diye adlandırılır.

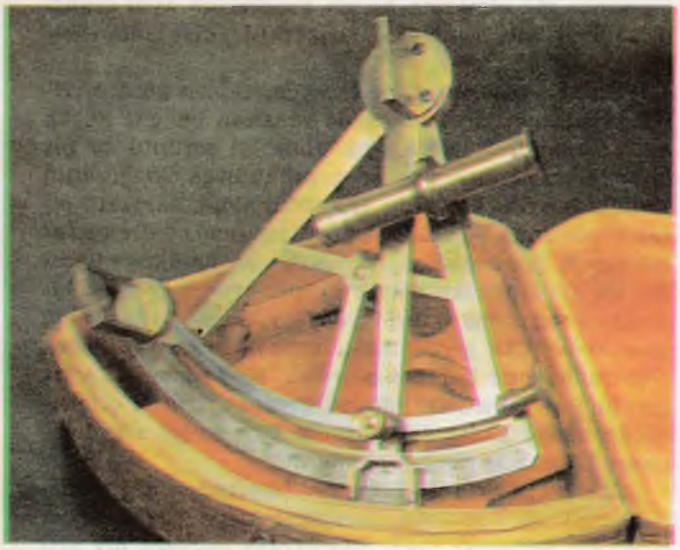
Hadley, buluşunda, gözlenecek yıldızın görüntüsünü, ufukta görünecek biçimde yansıtan bir çift küçük ayna kullandı. Böylece, aynı anda iki görüntü de göz önünde tutulabiliyor ve gemi sallandıkça iki görüntü birlikte hareket ediyordu. Hareketli ayna, hareketli ölçek çubuğunun ya da yayının yarıçapında mile tutturulmuştu. Açı değiştirildikçe, ayna da hareket ediyordu. Bu ayna, sürekli olarak birinci aynayı görecek biçimde ayarlanmış ikinci aynaya yıldızın görüntüsünü yansıtırdı. Ufku gören ikinci aynaya bakan gözlemci, ölçek çubuğunu hareket ettirerek, ilk aynayı, iki ayna tarafından yansıtılan yıldızın görüntüsü ufuk çizgisine değinceye kadar döndürürdü. Elde edilen açı, derecelere bölünmüş yaydan okunurdu.

Hadley'in oktantı, gemiciler tarafından hemen benimsendi. 1757'de John Campbell, daha büyük açılar ölçebilen sekstantı yaptı. Sekstantın yalnızca dik açıları değil, bütün eğimlerdeki açıları ölçme özelliğinin ilk uygulayıcısının Kaptan Cook olduğu sanılmaktadır. Cook, Ay ile belli bir yıldız arasındaki açıyı ölçerek, enlemi olduğu kadar, boylamı da bulmayı sağlayan ve Ay'ın hareketlerine ilişkin çizelgelerde zamanı duyarlılıkla ölçebilen yöntemler geliştirdi. Bu yöntemleri, 1768-1771 yolculuğunda Yeni Zelanda'nın haritasını çıkarmada kullandı. Duyarlı zamanölçerlerin bulunması, zamanla işlemi gereksiz kılınca, sekstant, boylamı bulmak için yıldızların ya da Güneş'in belli zamanlarda yüksekliğini ölçmek için kullanılmaya başlandı.

Eski sekstantlarda ve oktantlarda bulunan yalın gözleme aletlerinin yerlerini, zamanla, duyarlılığı artıran küçük teleskoplar aldı. İkinci ayna olan ufuk aynası yarısına kadar gümüşlenerek, teleskopun hem ufku, hem de yıldızı yan yana göstermesi sağlandı. Bu uygulamada aygıta, Güneş'in ya da ufkun parlaklığını azaltma amacıyla koyu filtreler takılıyordu.



Sekstantın temel özelliklerini gösteren çizim. (sağda) Ölçek aynası, Güneş'in görüntüsü tam ufuk çizgisine gelinceye kadar çevrilir. Okuma, Güneş merkeze gelecek biçimde düzeltilmelidir. Bulunuşundan bu yana sekstantın temel biçimi değişmemiştir. (alttaki iki resim) Üstteki resimde 1800 yıllarında yapılmış bir pirinç sekstant, alttakinde de günümüzden bir örnek görülmektedir. Eski sekstantın bir ucunda, vidayla ayarlanan çubuğa kolu tutturan bir mandal, modern aygıtta da verniyeli vida vardır.



1800'den bu yana temelde aynı kalan sekstantta, yalnızca kolun yay boyunca yaptığı hareket değiştirilmiştir. Eskiden ince ayar vidası yoktu; kol, yay boyunca hareket ettiriliyor ve çerçeveye tutturularak okuma yapılabiliyordu. Hareket eden bir güvertede bu iş oldukça zordu. Bu yüzden, 1760 yıllarında aygıta, ayar yapan teğet bir vida eklendi. Böylece gözlemci, yakın dereceye kadar görüntüyü hızla ayarlıyor, sonra da teğet vidayı kullanarak son duyarlı ayarlamayı yapıyordu. Vidalı sekstantın tek sakıncası, teğet vidanın sık sık başlama noktasına döndürülmesi zorunluluğuydu.

Sorun 1920 yıllarında çözüldü. Sekstantın iskeletine diş açıldı ve teğet vida buna geçirildi. Kol, yay boyunca, bir serbest bırakma diline basılarak çabucak hareket ettirilebiliyor, böylece teğet vida başa getirilmeden, yay boyunca sürülüyordu.

XX. yüzyılın başında sekstantlar hâlâ, XIX. yüzyılda olduğu gibi, bir büyüteçle okunuyordu. 1933 yılında, günümüzde de kullanılan mikrometreli sekstant geliştirildi. Yay üstündeki hassas ölçek, büyütülmüş teğet vidanın başına aktarıldı. Böylece büyüteç kaldırıldı ve sekstanta okuma kolaylığı getirildi.

Öteki türler: Sekstant, kalabalık uçuş yolları dışında, günümüzde de uçaklarda kullanılmaktadır. Ancak bu durumda, ufuk, gerçek ufkun altında olduğu için, bazı değişiklikler gerekir. Bu amaçla, bir düzeç kabarcığı görüntüsünün görüş alanına yansıtıldığı bir sistem geliştirilmiştir. Ayrıca, ufuk yerine, küçük bir cıva kabının kullanıldığı arazi sekstantları da yapılmıştır.

SENKROMEŞ Bk. DİŞLİ KUTUSU

SENKROTRON Bk. TANECİK HIZLANDIRICILARI

SENTETİK BİLLUR

Sentetik billurlar, uygun kimyasal bileşenlerden, çok çeşitli yöntemlerle elde edilirler. Sentetik billurların kimyasal bileşimleri, yapıları ve fiziksel özellikleri, doğada bulunan benzerlerininkilerle aynıdır (Bk. BİLLURLAR VE BİLLURBİLİM).

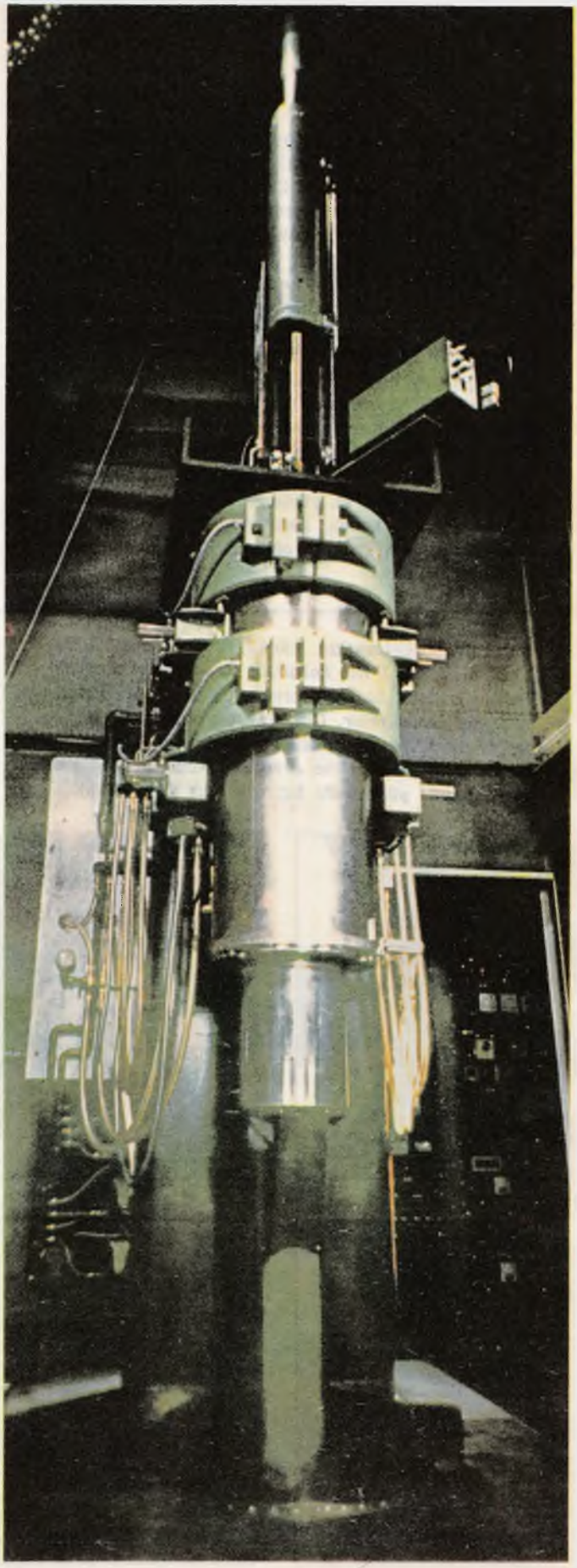
Binlerce katı madde, billurlu yapıdadır; ama *sentetik billur* denince akla, genellikle bireşimi zor olan ve hem endüstride, hem kuyumculukta büyük değer taşıyan birkaç yüz billur gelir. Bu billurların doğal benzerleri, milyonlarca yıl önce, dünyanın oluşması sırasında, sıcak erimiş sıvıların basınç altında soğumasıyla oluşmuştur. Günümüzde, şeker, tuz ve soda gibi büyük miktarlarda üretilen billurlar, sentetik billur kavramının dışında kalır.

Aralarında ELMAS, yakut, safir ve zümrüt de bulunan bütün önemli ve değerli taşların sentetik benzerleri yapılmıştır. Ama bunların değeri, doğal taşlardan düşüktür. Zümrüt dışında, tümü endüstride

---

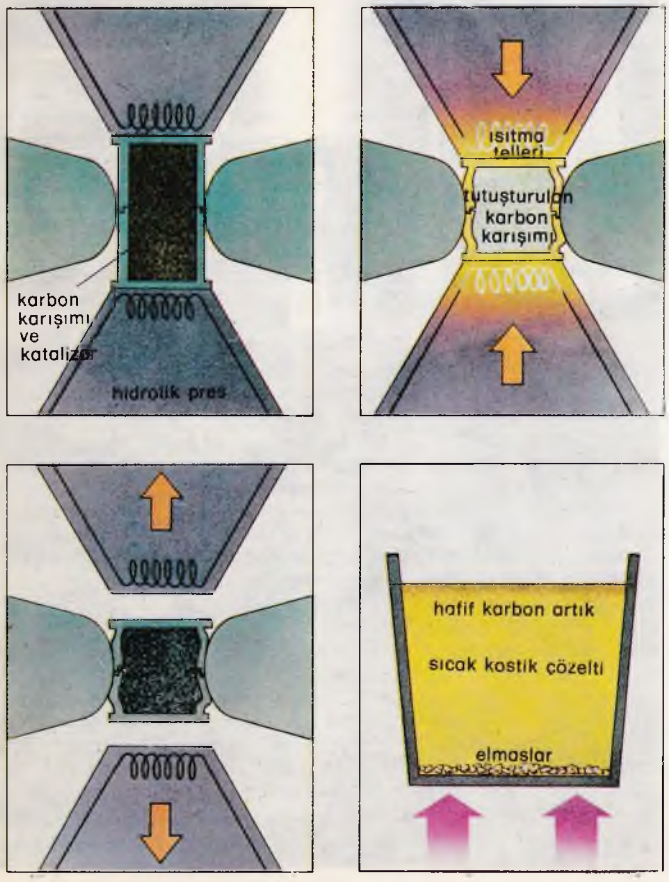
Galyum fosfür billurlarını büyütmek için kullanılan Czochralski billur büyütme sistemi. (sağda) Billurların ağırlığı 5 kg kadardır. Bu yöntemde, küçük bir aşı billuru yavaş yavaş döndürülüp, çözeltiden çekilir. Soğurken, uzun bir tekbillur elde edilir. Yabancı maddeler geride kalır.

Czochralski süreci. (altta) Yarıiletkenler, niobatlar, fosfatlar, titanatlar, flüorürler bu yolla elde edilir.



kullanılır. Dünyanın bilinen en sert maddesi olan elmas (karbonun alotropu), tahmin edilebileceği gibi bireşimi en zor olanıdır. Safir ve yakut (ikisi de alüminyum oksittir, ama içerdikleri az miktardaki yabancı maddeler nedeniyle çok farklı renklerdedirler), doğal billurların elmastan sonra en sert olanlarıdır. Fransız Auguste Victor Louis Verneuil, ilk kez 1904'te, alevle eritme yöntemiyle sentetik yakut yapmıştır. Verneuil, içinde çok yüksek sıcaklıkta oksijen ile hidrojenin yandığı bir oksihidrojen üfleme tüpü geliştirdi ve arı alüminyum oksit ile renklendirici olarak çok az miktarda krom oksit karışımını, alev içinde erimiş damlacıklar haline getirdi. Böylece oluşan armut biçimli damlaların ağırlığı yaklaşık 15 *kıratt*ı (değerli taşları ölçmek için kullanılan bir birim; bir kırat: 200 mg). Günümüzdeyse, yüzlerce kıratlık ağırlıklara ulaşılmıştır. Daha sonra, aynı yöntemle, alüminyum okside demir ve titanyum oksidin eklenmesiyle safir de yapılmıştır.

Endüstride kullanılan küçük renksiz billurların üretimi. (altta) Bir katalizör ile karbon karışımı içeren kapsül, hidrolik presin hareketli sıkıştırıcıları arasına yerleştirilir. Çok yüksek basınç ve ısı uygulanır. Karışım alınır, kabından çıkarılır, nitrik asitle yıkanır. Karbon artıkları sıcak kostik soda çözeltisinin yüzeyinde kalır, elmas dibe çöker.



Elmas bireşimi: Yapay elmas, sentetik billurların en son elde edilenidir. 1953'te ASEA şirketi (İsveç), yıllarca süren deneylerden sonra, endüstride kullanılacak nitelikte elmas yapmayı başarmıştır. Yöntem, büyük bir hidrolik pres altındaki *termit* (tutuşturulunca çok yüksek ısı veren, alüminyum tozu ile metal oksit karışımı) içine yerleştirilmiş sıkıştırılmış grafit ve demir karbüre, 97 000 atmosfer basınç uygulanarak, termitin tutuşturulmasından oluşmaktadır. Günümüzde sentetik elmas yapımının aşındırıcı alet endüstrisinde büyük önemi vardır. Kuyumculukta kullanılacak özellikte elmassa, laboratuvarlarda yapılır. Ne var ki, uygulanan yöntem, hem çok zaman alır, hem de pahalıdır.

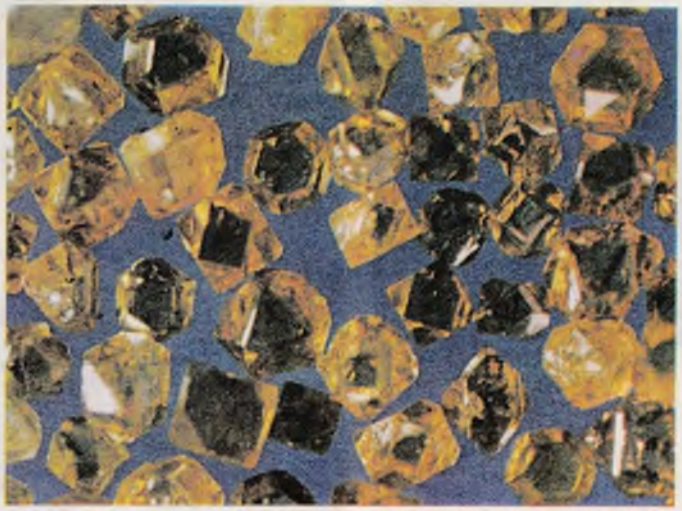
Dört maddeden (silisyum, berilyum, krom ve alüminyum oksitleri) oluşan sentetik zümrüt, özellikle Fransa ve A.B.D'ndeki birçok şirket tarafından yapılmaktadır. Kuyumculukta kullanılan bu zümrütlerin en iyi nitelikli olanları, hidrotermal yöntemlerle üretilmektedir.

Czochralski yöntemi: Günümüzde hem endüstride, hem kuyumculukta kullanılan yakut ve safir gibi birçok sentetik billur üretiminin temeli, 1917'de Czochralski tarafından bulunan bir yönteme dayanır. Czochralski, küçük bir aşı billurunu, billur malzemesi içine batırmış ve bunu yavaş yavaş soğuk bir bölgeye çekerek, uzun bir tekbillur elde etmiştir. «Billur çekme» adı da verilen bu yöntemin üstünlüğü, yabancı maddelerin her zaman potada kalması ve soğutulmuş billurun başlangıç malzemesinden daha arı olmasıdır.

Kullanım alanları: Birçok sentetik billur, endüstride aşındırıcı olarak kullanılır. Ticari çapta üretilen ilk aşındırıcı, silikon karbürdür. 1891'de Edward Acheson, özel bir fırın yaparak 2 000°C'ta silisyum ile karbonun tepkimesinden oluşan heksagonal yapıdaki silikon karbürü elde etti. Ticari adı «*karborundum*» olan bu madde, dünyanın en çok kullanılan aşındırıcılarından biri oldu.

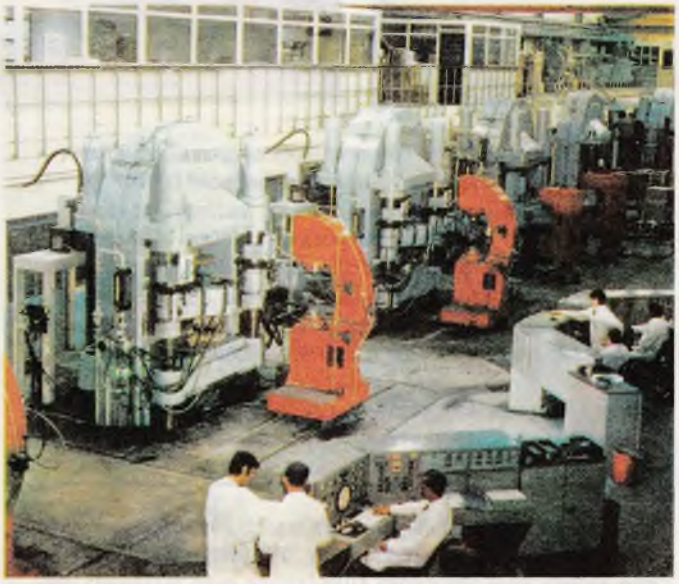
En son bulunan sentetik aşındırıcı, doğal olarak bulunmayan ve kübik yapıda olan bor nitrürdür. Bor nitrür ile grafit arasındaki yapı ve fiziksel özellikler açısından önemli benzerlikler, araştırmacılara, karbondan elmas elde edilebildiğine göre, kübik bor nitrürün de yapılabileceğini düşündürmüş, gerçekten de bor nitrürün bireşimi, sentetik elmas için kullanılan yöntemle gerçekleştirilmiştir. Bor nitrür, elmas kadar sert olmamasına karşılık, ticari bakımdan önemli bir aşındırıcıdır. Billurları normal olarak siyahtır; ama 1975'te, yeni bir De Beers yöntemiyle, «amber bor nitrür» adı verilen sarı renkli bir türü de üretilmiştir.

ELEKTRONİK ve benzeri endüstriler, sentetik billurların gittikçe artan ölçülerde kullanıldığı bir başka alandır. Çok sayıda elektronik, elektromekanik aygıt ile mıknatıslı ve elektrikli optik alette, sentetik billurların önemi büyüktür. Bu alanlardaki yararları türdeş olmalarına bağlı olduğundan, tekbillurlar kullanılır. Tekbillurlar hiç bir zaman küçük bir tanecik biçiminde olmaz ve önceden bilinebilen bir atom yapıları yoktur. Ayrıca, kapsadıkları yabancı maddeler azdır (kullanıldıkları birçok alanda, özellikle yabancı



Sentetik elmaslar. (üstte) Sentetik elmas üretimi için ilk girişim 1953'te İsveç'te yapıldı: Grafite (karbonun alotropu) 2 500°C'ın üstünde ısı verilirken, aynı zamanda büyük bir hidrolik pres altında 97 000 atmosfer basınç uygulandı. Ticari üretime 1960'ta başlandı.

Sentetik elmas üreten modern bir kuruluşta hidrolik presler. (altta)



madde kapsamamaları önemlidir). İçlerinde X ışını prizmaları için lityum flüorür, lazer ışınları için yakıt ve itriyum alüminyum garnet, pikap iğneleri için lityum sülfat, TRANSİSTÖR, TİRİSTÖR ve DİYOT'lar için silisyum, germanyum ve galyumun arsenürleri bulunan tekbillurlar, genellikle Czochralski yöntemiyle üretilirler. Tekbillurlar, karmaşık elektronik aygıtlarda temel madde olarak da kullanılmakta ve önemleri giderek artmaktadır. Bir tekbillur olan gadalinyum galyum garnet *(GGG)*, bilgisayarlarda bilgi depolamak için, etkin temel madde olarak kullanılır. Galyum fosfat ve galyum arsenürse, küçük hesap makinalarının göstergelerinde ışık yayan diyotların yapımında temel madde olarak yararlıdır. Tekbillur spinel ve safir, yalıtkan temel madde olarak yaygın biçimde kullanılır. Silisyum kaplı safir, özellikle ENTEGRE DEVRELER'de önemlidir. Tekbillur lityum niobat, renkli TELEVİZYON'da geniş bant geçiş filtresinde önemli bir uygulama alanı bulur. Aynı uygulama için, bizmut silisyum oksit de geliştirilmektedir.

Ticari alanda kullanılan en az 200 tekbillur vardır. Başlıca üretim yöntemi haline gelen Czochralski yöntemi, birçok yerde Verneuil yönteminin yerini almıştır. Czochralski yönteminde hem elde edilen ürün daha iyidir, hem de verim daha yüksektir.

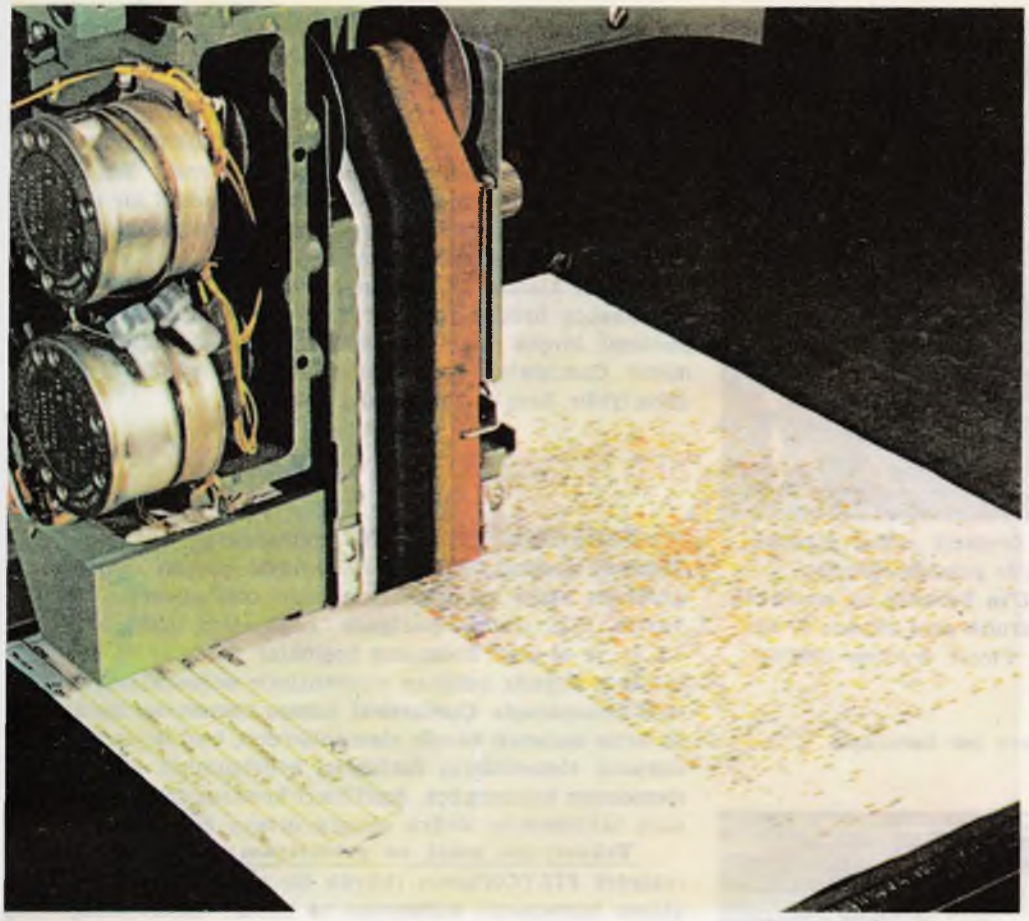
SENTETİK ELEMENTLER

PERYODİK ÇİZELGE'de hidrojenden uranyuma kadar 92 element,ÇEKİRDEK'lerindeki proton sayısını gösteren atom numaralarına göre dizilmişlerdir. Ne var ki, 1938 yılında çizelgede hâlâ atom numaraları 43, 61 ve 85 olan dolmamış boşluklar vardı ve bu boşlukların doğada bulunan elementlerle doldurulamayacağı anlaşılmıştı. Çizelgedeki komşu elementler ile alt ve üstte bulunan benzer elementlerden, boşlukları dolduracak elementlerin özellikleri belirlenmişti. «Eksik» elementler bulundukça, özellikleri konusunda yapılmış olan tahminlerin doğru olduğu ortaya çıkmıştı.

Teknetyum, astat ve prometyum: 1938 yılında çekirdek FİZYON'unun (büyük bir atomun iki küçük atoma bölünmesi) bulunması ve bunun askeri amaçlar için kullanılması, çekirdek araştırmalarının artmasına yolaçtı. Bunu, çeşitli «hedef» elementlerin, PROTON'lar (hidrojen iyonları, H^+) ve öteki hafif iyonlarla bombardımanını sağlayan daha güçlü TANECİK HIZLANDIRICILARI'nın yapımı izledi.

İlk tam yapay element 1939 yılında, molibdenin *(Mo)*, döteryum (ağır hidrojen) iyonlarıyla *(D^+)* bombardımanı yoluyla yapıldı. 43 numaralı bu elemente, Yunanca «yapay» anlamına gelen *tekhnetos* sözcüğünden, «*teknetyum*» *(Tc)* adı verildi. Teknetyum daha sonra NÜKLEER REAKTÖR'lerde de, hem nötron bombardımanı, hem de fizyon ürünlerinden ayrılma yoluyla hazırlandı. Bunu izleyen yıl, element 85, bizmutun *(Bi)* helyum iyonlarıyla bombardımanı yoluyla yapıldı ve Yunanca «kararsız» anlamına gelen *a—statos* sözcüğünden «*astat*» *(At)* diye adlandırıldı. 1947 yılındaysa element 61, fizyon ürünü artıklarından yalıtıldı ve Yunan mitolojisinde tanrılardan ateşi çalıp ölümlü insanlara veren Prometheus'un adından, «*prometyum*» *(Pm)* adı verildi. Bu elementlerin üçünün de radyoaktif olduğu görüldü (bu özellik, periyodik çizelgeden tahmin edilemezdi). Üçünün de yarı-ömrü, yerbilim devirleri boyunca varlıklarını sürdürmeleri için gerekenden çok kısa olduğundan,doğal olarak bulunmamaları şaşırtıcı değildir.

Üç elementin, fiziksel ve kimyasal özellikleri, önceden belirlenenlere çok benzer. Element 43 ya da teknetyum, manganeze benzer ve İZOTOP'larından (her



Yapılan ilk sentetik element, teknetyumdur. (üstte solda) Günümüzde bu elementin radyoaktif bir izotopu, beyin urlarının teşhisinde kullanılmaktadır Bir perteknat tuzu çözeltisi damar içine iğneyle verilir ve beyin önden, arkadan, yandan taranır. Resimde, bir beyin taramasından elde edilen sonuç görülmektedir. Taramanın merkezine yakın yerde artan bir radyoaktiflik alanı bulunmaktadır.

Bir plütonyum külçesinin uzaktan kumandalı maşayla tutularak kaldırılması. (üstte sağda)

elementin yalnızca kütleleri farklı olan çeşitli biçimleri ya da *izotop*ları vardır) biri, daha uzun ömürlü bir molibden izotopunun bozunma ürünüdür. Gerekli olduğunda bundan, *amonyum perteknat* (NH_4TcO_4) biçiminde elde edilebilir. Teknetyum tıpta, urların yerlerinin bulunmasında kullanılır. *β—aktif izotop*larından biri, eksi yüklü tanecik yerine elektronlar *(pozitron*lar) yayınlar. Prometyum bir «ender toprak elementi»dir (Bk. GEÇİŞ ELEMENTLERİ). *β*—ışıması yapan fizyon ürünü izotopu *Pm—147* (yarıömrü 2,5 yıl), ışıldayan boyaların yapımında kullanılmaktadır. Astat, iyoda benzeyen bir HALOJEN'dir. Ama izotoplarının hiç biri, herhangi bir uygulamaya yetecek kadar uzun ömürlü değildir.

Uranyumötesi elementler: Peryodik çizelgenin «ağır» ucunda, atom numarası 92'de doğal elementler son bulur. İnsanların bu sınırı aşmamaları için herhangi bir neden yoktu: ama ilk gerçek uranyumötesi elementin (atom numaraları uranyumunkinden, yani 92'den büyük olan elementler) yapay olarak uranyumun nötronlarla bombardımanı yoluyla yapılması, 1940 yılına kadar gerçekleştirilemedi. Bu, element 93'tü ve Uranüs'den sonraki gezegenin adından *«neptünyum» (Np)* diye adlandırıldı. Neptünyum da radyoaktiftir ve *β*—ışımasıyla bozunarak, bir sonraki 94 numaralı uranyumötesi elementi verir. 94 numaralı element, ilk kez 1941 yılında yalıtıldı ve uranyum—235 gibi, fizyona uğrayabilir olduğu anlaşıldı. «*Plütonyum*»adlı bu element, *α*—ışıyıcısıdır. Plütonyum, bireşiminden sonra, bazı uranyum filizlerinde eser miktarda bulunmuştur.

İkinci Dünya savaşından sonra, çok yüksek hızlarda nötron bombardımanı verebilen nükleer reaktörler kuruldu ve şiddetli ağır iyon ışınları üretebilen hızlandırıcılar yapıldı. Çekirdeklere daha fazla tanecik eklenmesiyle, daha ağır elementler ortaya çıkarıldı ve peryodik çizelge yavaş yavaş uzadı. İlk olarak aktinyumdan (89) lavrensiyuma (103) uzanan *aktinit* dizisi dolduruldu. Bu yeni elementlerin özelliklerinin, beklendiği gibi, lantandan (57) lutesyuma (71) uzanan ender toprak elementlerini kapsayan *lantanit* dizisi ele-

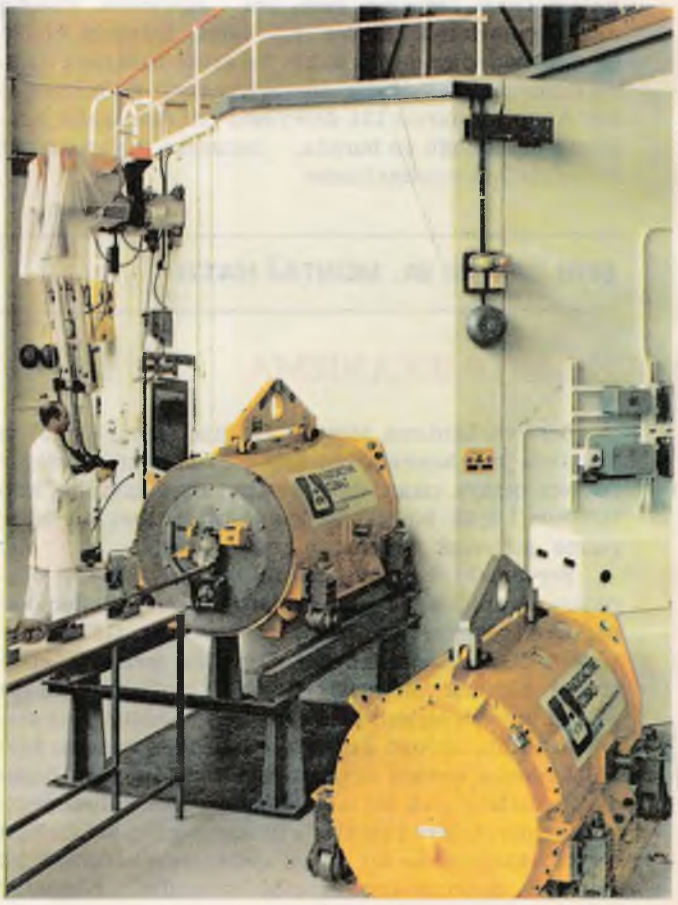
mentlerininkine benzediği ortaya çıkarıldı.Bu yeni elementlere Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği (IUPAC) tarafından da onaylanmış olan şu adlar verildi: *Amerikyum* (simgesi *Am*, atom numarası 95, 1944 yılında bulundu); *küriyum (Cm*, 96, 1944) *berkelyum (Bk*, 97, 1949); *kaliforniyum (Cf*, 98, 1950): *aynştaynyum (Es*, 99, 1952); *fermiyum (Fm*, 100, 1952): *mendelevyum (Md*, 101, 1955); *nobelyum (No*, 102, 1957); *lavrensiyum (Lr*, 103, 1961).

Aktinit dizisinin tamamlanmasıyla çalışma durmadı. İki *aktinitötesi* element (104 ve 105), 1970 yılından sonra birbirlerinden bağımsız olarak, hem A.B.D., hem de S.S.C.B'nde çalışan araştırma grupları tarafından yapıldı. Ancak adları konusunda henüz bir an-

---

Bu telefon kadranı (altta solda), tritiyum içeren bir kapsülle ışıltılı yapılmıştır. Tritiyum, doğrudan sentetik bir element olmamakla birlikte (hidrojenin radyoaktif bir izotopudur), doğal olarak bulunmaz. Kapsül içinde bulunan çinko sülfür gibi maddelerle etkileşimi sonucunda, sürekli bir ışıltı veren beta tanecikleri (elektronlar) yayınlar.

Sentetik kobalt—60 izotopunun taşıma kaplarına doldurulması. (altta sağda) Bu izotop, bir nükleer reaktörde ışınlamayla yapılır. Yarıömrü yaklaşık beş yıldır.



laşmaya varılamamış olan bu elementlere, A.B.D'nde «*rutherfordium*» ve «*hahnium*», S.S.C.B'ndeyse *kurchatovium* ve «*nielsbohrium*» adları verilir. 1975 yılının başlarında iki ülkede de, element 106'nın bireşimi gerçekleştirilmiştir. Sonuca, A.B.D'nde kaliforniyumun oksijen-18 iyonlarıyla bombardımanıyla, S.S.C.B'ndeyse kurşunun krom—54 iyonlarıyla bombardımanıyla ulaşılmıştır.

Kullanılışları: Uranyumötesi elementler arasında yalnızca plütonyum, önceleri nükleer silahlar için, sonra da «termal» nükleer santralların çalışmalarında bir yan ürün olarak, tonla ölçülebilecek miktarlarda üretilmiştir. Hafif plütonyum izotoplarından biri olan Pu—238, KALP PİLİ bataryaları gibi çok özel uygulamalar için uzun süreli güç kaynağı olarak kullanılır. Neptünyum, reaktörlerde, plütonyum üretimi sırasında geçici olarak, küçük miktarlarda yalıtılabilir. Amerikyum, endüstride α— ışıması kaynağı olarak kullanılır. Nötron yayınlayarak, apansız fizyonla bozunan kaliforniyum—252, tıp ve endüstri alanlarında nötron kaynağı olarak ticari önem kazanmaktadır. En ağır sentetik elementler, günümüze kadar ancak küçük miktarlarda üretilebilmişlerdir. Ancak, bunların hiç bir zaman ticari miktarlarda hazırlanamayacağı söylenemez.

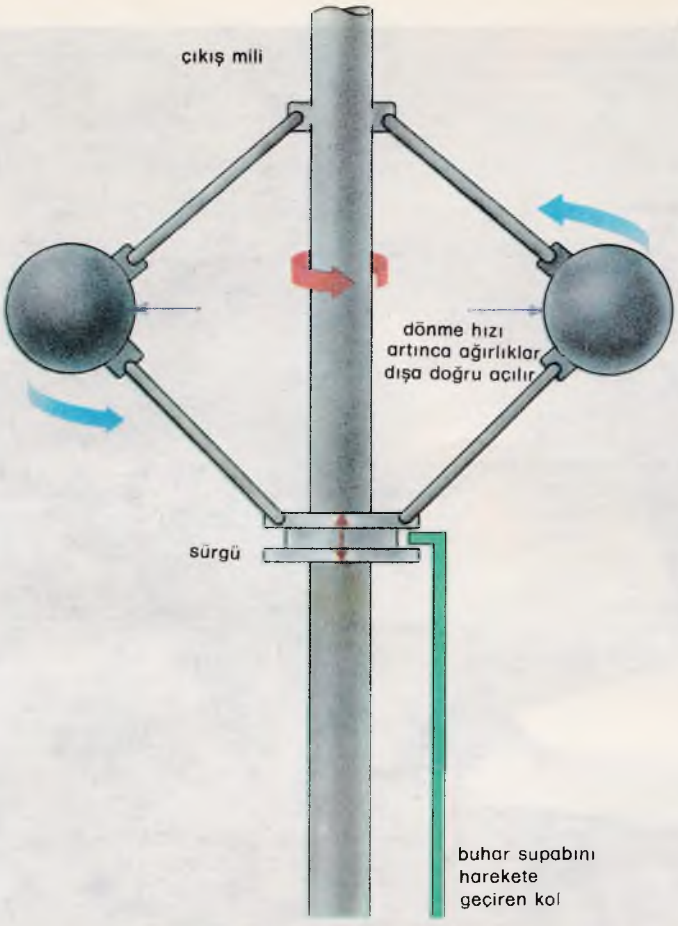
Aktinyumötesi elementlerin izotoplarının çoğu, fizyonla α — ışıması yaparak bozunurlar ve çekirdek kütleleri arttıkça, bozunmaları hızlanır. Ağır element izotoplarının çoğunun yarıömrü, saniyeden kısadır. Ama bazılarınınki on bin yılı bulur. Bununla birlikte, bazı belirtiler, artan kütle ile genel kararlılık azalmasının, sonsuza kadar sürmeyeceğini göstermektedir. Atom numarası 114 dolayında bir «kararlılık adası»nın bulunduğu ve burada, bozunma hızlarının çok yavaş olacağı sanılmaktadır.

SERİ ÜRETİM Bk. MONTAJ HATTI

SERVOMEKANİZMA

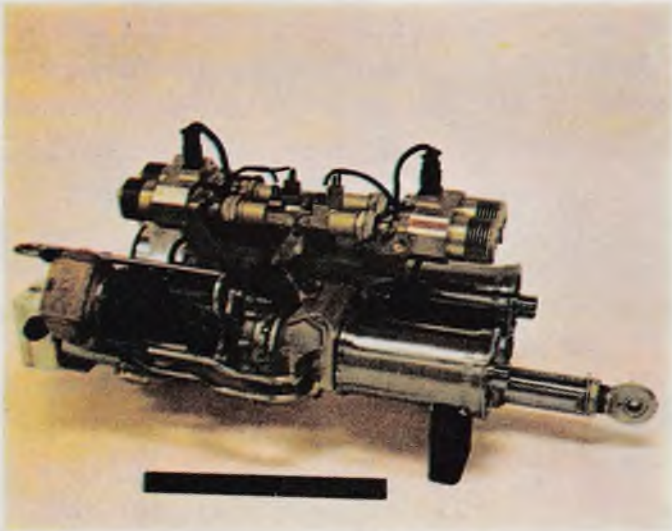
Servomekanizma sözcüğü Latince *servus* (köle) ve Yunanca *mekhanema*'dan (mekanizma) türetilmiştir. Böylece ortaya çıkan «köle mekanizma» kavramı, kullananın küçük bir çabası karşılığında, özel bir işlevi yerine getirecek sistem anlamına gelir.

Servomekanizmalar, «küçük bir giriş gücüyle doğrudan orantılı büyük çıkış güçlerini denetleyebilen, kapalı çevrimli denetim mekanizmaları» (Bk. GERİ BESLEME) olarak tanımlanırlar. Denetim, mekanik, elektriksel, hidrolik, pnömatik (havalı), elektronik olarak ya da bunların birleşimiyle gerçekleştirilebilir. İlke olarak denetim, istenen değer ile elde edilen değerin karşılaştırılması sonucu aralarındaki farktan, yani hatadan yararlanılarak sağlanır. Böylece, elde edilen değerin, istenen değere yakınlaştırılmasına çalışılır. Değişik servomekanizmalar bir araya getirilerek, karmaşık bir otomatik denetim sistemi elde edilebilir. Sözgelimi



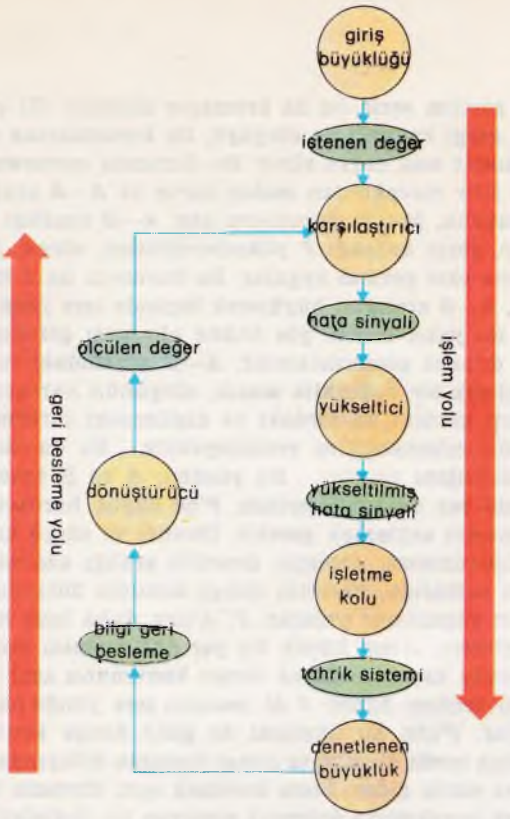
Buhar makinasının denetimi için servomekanizma hız regülatörü. (üstte)

Uçaklarda otomatik uçuşu denetlemek için kullanılan simpleks işletme kolu. (altta)



atom reaktörlerinde ya da kimyasal işlemlerin yapıldığı tesislerde, bu tür sistemlerle denetim yapılır.

Günümüzde servomekanizma kuramı çok ilerlemiştir. Bazı kuramcılar, bunların mühendislik alanı



Yükselticili ve geri beslemeli bir servomekanizma çizimi. (üstte)

dışında, sosyal bilimler ve ekonomi dallarında da kullanılabileceğini düşünmektedirler. Ama biz,yalnızca fiziksel sistemlere yapılan uygulamalardan söz edeceğiz.

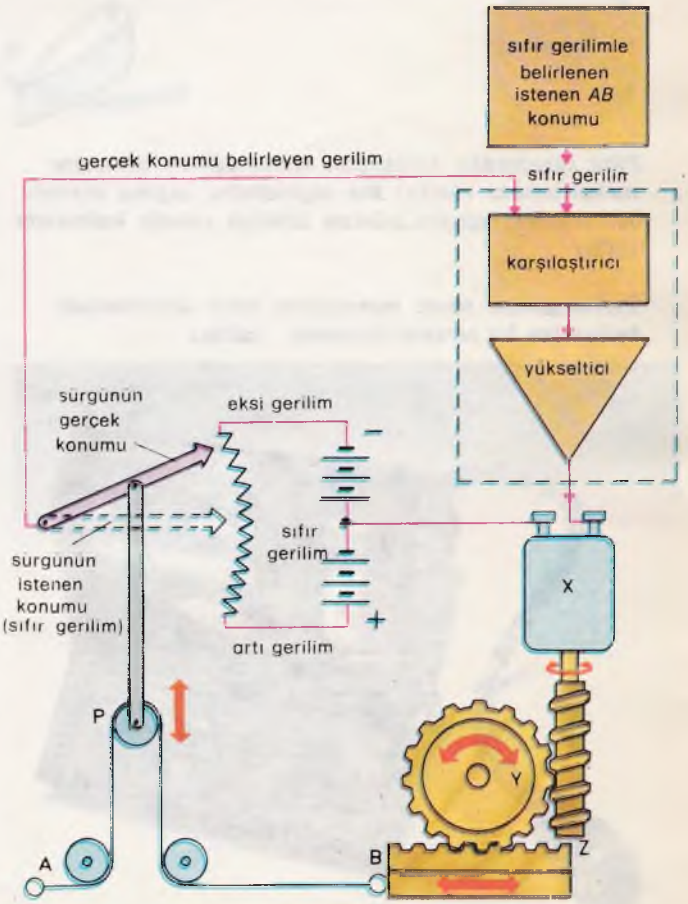
Tarihçe: Servomekanizmaların geçmişi, daha çok, özel mühendislik sorunlarının çözülmesi amacıyla geliştirilmiş aygıtlara ve buluşlara dayanır. İlk servomekanizmayı geliştiren, James WATT'tır. Watt, 1775 yılında, bir buhar makinasının hızını otomatik olarak düzenleme amacıyla bir merkezkaç regülatör yaptı. Bu regülatör, makinanın tahrik miline takılmış iki ağırlıktan oluşuyordu. Mille birlikte dönen ağırlıklar, hız arttıkça milden uzaklaşıp (Bk. MERKEZKAÇ VE MERKEZCİL KUVVET), mile takılmış bir sürgüyü hareket ettiriyordu. Sürgünün hareketi, bir çubukla buhar giriş supabına iletilmekte, böylece makinaya giren buhar miktarı azaltılmaktaydı. Bu da ağırlıkların mile yaklaşmasına ve halkayı ters yönde hareket ettirmesine yolaçıyordu. Sonuçta, buhar miktarı yeniden artıyor ve hız yükseliyordu. Hız değişmeleri ve sürgünün kayma hareketi, makina değişmez hıza erişince azalmaktaydı.

Bu ve benzeri amaçlar, 1930 yıllarına kadar birçok alanda servomekanizmaların geliştirilmesine yolaçmıştır. Ama, tam otomatik denetim sistemlerinde bir temel benzerlik olduğu düşüncesi, oldukça yenidir.

Servomekanizmaların temel kuramına en büyük katkı, ELEKTRONİK'ten geldi. Elektronik yükselticilere ve devrelerine ilişkin kuram hızla gelişti; ters (negatif) geri besleme ilkesinin ortaya çıkarılması ve bunun servomekanizmaların hareketine özel bir örnek oluşturduğunun anlaşılması, OTOMATİK DENETİM'in temellerinin atılmasına yolaçtı. Elektronik devrelerin özelliklerini açıklama konusunda geliştirilen düşünceler, pnömatik, elektriksel ya da mekanik olmasına bakılmaksızın, bütün servomekanizma alanlarına uygulandı.

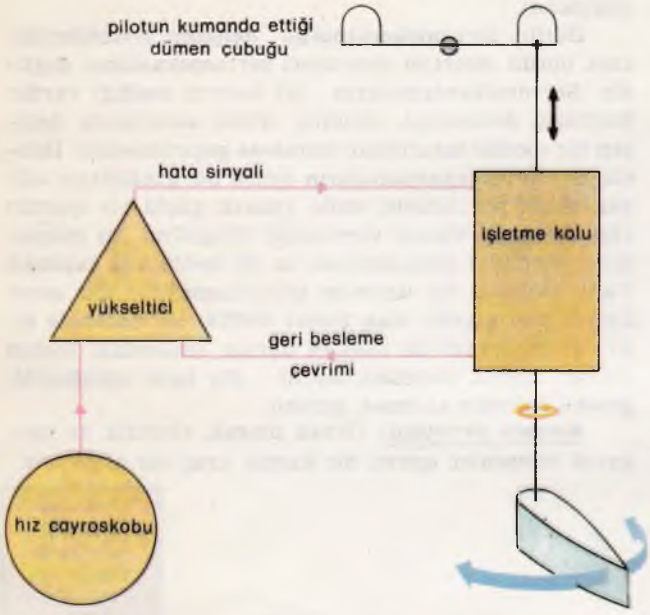
Bütün servomekanizmalar, denetim sistemleridir, ama bütün denetim sistemleri servomekanizma değildir. Servomekanizmaların iki önemli özelliği vardır. Birincisi, denetimin, denetim işlemi sonucunda değişen bir nicelik tarafından harekete geçirilmesidir. İkincisi de, servomekanizmaların belirli bir uzaklıktan, düşük güçlü bir birimle, daha yüksek güçlü bir işlemin yönetilmesine olanak vermesidir. Sözgelimi, bir otomobilin yöneltme mekanizması bu iki özelliği de taşımaz. Yani, yalnızca bir denetim mekanizmasıdır. Bir servo sistem için gerekli olan temel özellik, bir sistemde elde edilen durum ile istenen durum arasındaki farkın sürekli olarak denetlenmesidir. Bir hata olduğunda, gerekli önlemin alınması gerekir.

Konum denetimi: Örnek olarak, elektrik ve mekanik bileşenler içeren bir karma araç ele alınabilir.



Konum denetleyen servomekanizma çizimi. (üstte) Giriş büyüklüğü, istenen AB aralığıdır. Bu istenen değerde, gerilim sıfır volttur. Hata sinyali, sürgünün yer değiştirmesiyle üretilir. Karşılaştırıcı ve yükseltici, noktalı çizgiyle gösterilmiştir.

Burada sorun, *A* ve *B* arasını belli bir açıklıkta tutmaktır (bu iki nokta, bir metal levhayı kesen iki testere bıçağının konumu olabilir). *A* ve *B* arasındaki uzaklık artarsa, gergi kasnağı (*P*) aşağı hareket edip, sürgüyü çeker. Sürgü, hareketiyle elektrik motoruna



Pilot tarafından kullanılan temel dümen denetimi mekanizması. (üstte) Hız cayroskobu, sapma oranını belirleyerek, uçağın, pilotun istediği rotada kalmasını sağlar.

Televizyonun zoom merceğinin odak denetiminde kullanılan bir servomekanizma. (altta)

artı gerilim verir, bu da kremayer dişlisini (*Z*) çevirerek, gergi kasnağı ve sürgüyü, ilk konumlarına ulaşana kadar sola doğru sürer. Bu durumda motorun gerilimi sıfır olacağından motor durur ve *A*—*B* arasındaki uzaklık, önceki durumunu alır. *A*—*B* uzaklığı küçülürse, gergi kasnağı *P* yükseleceğinden, sürgü, *X* motoruna eksi gerilim uygular. Bu durumda da *Z* kremayeri, *A*—*B* aralığını büyütecek biçimde ters yöne gider.

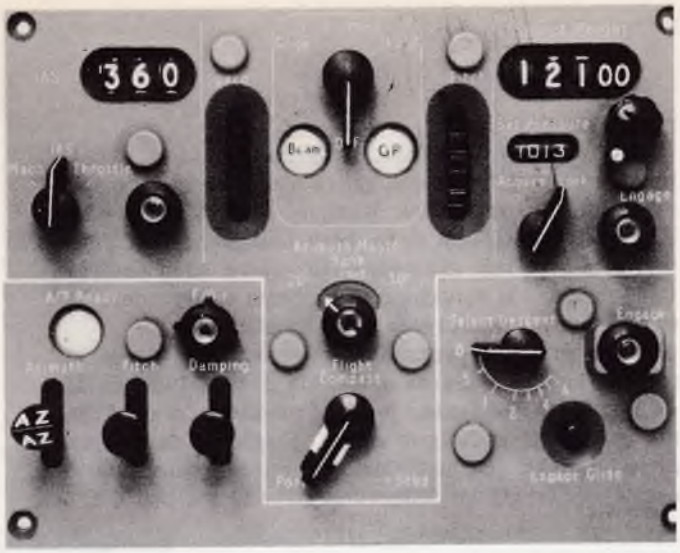
Bu yalın örnek, göz önüne alınması gereken birçok etmeni göstermektedir. *A*—*B* arasındaki mesafede küçük bir değişiklik olursa, sürgünün hareketinden doğan gerilim, motordaki ve dişlilerdeki sürtünme ile yükün eylemsizliğini yenemeyebilir. Bu da sistemin duyarlılığını sınırlar. Bu yüzden, *A* ve *B* arasındaki küçük yer değişikliklerinin, *P*'de büyük hareket oluşturmasını sağlamak gerekir. Direnci ve sürgü konumu değiştirilmezse, sistemin denetim aralığı azalmış olur. Aynı zamanda, sistemin denge konumu dolayında salınım yapmasına yolaçar. *P*, *A*'dan daha hızlı hareket ettiğinden, *A*'nın küçük bir yer değiştirmesi sonucunda hızla hareket ederek denge konumunu aşar ve gerilim tersine döner. *P* de yeniden ters yönde harekete başlar. *P*'nin bu hareketi de gene denge konumunu aşacak hızda olabilir ve denge konumu dolayındaki hareket sürüp gider. Bunu önlemek için, direncin değeri, sürgü hareketiyle doğrusal olmayan bir değişiklik göstermelidir. Genellikle sistemin duyarlılığı arttıkça, denge konumu dolayındaki salınma hareketine eğilimi daha fazla olur.

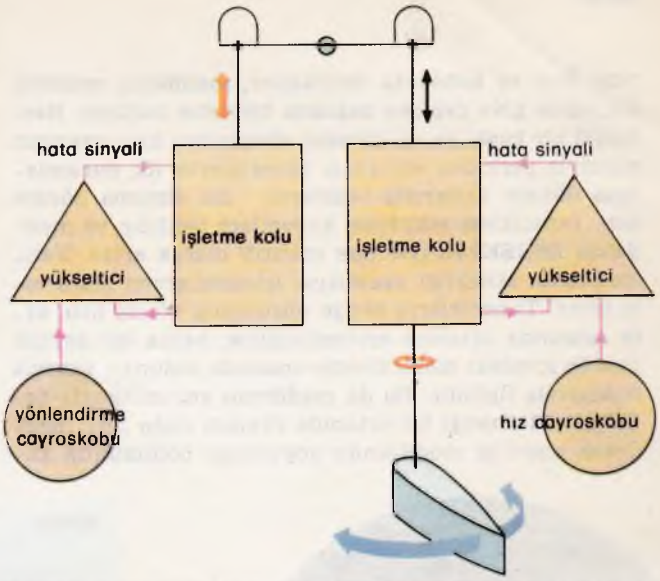
Uygulamalar: Servomekanizma uygulamalarının çoğu, endüstride görülür. Sözgelimi, çağdaş bir uçak, bu sistemler olmaksızın uçamaz. Önceden belirlenmiş özel bir doğrultuda uçmak zorunluluğunda olan, bu arada da değişken bir rüzgarla mücadele eden bir pilot ele alınırsa, rotadan birkaç derecelik bir ayrılmanın, çok kısa bir süre sonra göz yumulamaz hale geleceği görülür. Bunu önlemenin bir yolu, işletme kolları (küçük DOĞRUSAL ELEKTRİK MOTORU) kullanmaktır.

Bu durumda pilotun, rotasında uçarken hız cayroskobu, yükseltici, işletme kolu ve geri besleme çevriminden oluşan servomekanizmanın düğmesini çevirmesi yeterli olur. Böylece cayroskop, uçağın rotasından sapma ölçüsünü saptayıp işletme kolunun uzunluğunu ayarlar. Bu, dümene giden bir denetim çubuğunun uzamasını ya da kısalmasını sağlayarak, sapmaları karşılayacak biçimde dümeni döndürür. İşletme kolları, uçaktaki bütün denetim tablolarında kullanılabilirlerse de, otomatik pilot değildirler.

Otomatik pilot, daha karmaşık bir mekanizmadır. Bu sistem rotadan sapmayı, eğimi ve yalpayı saptayıp, uçağı belirli yükseklikte, belirli hız ve doğrultuda uçurur.

Birinci servosistem, hız cayroskobu ile doğrultu cayroskobundan, öteki işletme kollarından, yükselticiden ve geri besleme çevriminden oluşan dümen çubuğuna bağlı ikinci bir birim tarafından denetlenir. İkinci işletme kolununsa, hareket kapasitesi çok daha büyüktür. Doğrultu cayroskobundan gelen sinyallerle, uçağın bütün sapma durumunu denetleyebilir. Otoma-





Otomatik pilot, gerçek bir servomekanizmadır. (üstte) Hız cayroskobu ve işletme kollarıyla istenen rotada kalmayı sağlamanın yanı sıra, doğrultu cayroskobuyla doğru yönü de saptar. Bu sistem, pilotun yerini alabilir.

Pilotun uçuş denetim panosunda, otomatik pilotun farklı işlemleri ve sınırları belirlenir. (solda üstte)

Uçak jet motorlarının elektronik denetim birimi. (solda altta)

---

tik pilot çalışırken, pilotun uçağı denetlemesine gerek yoktur. Buna benzer denetim sistemleri, ufuk çizgisinden, altimetreden (yükseltiölçer), vb. aygıtlardan gelen sinyalleri türeterek, öteki uçuş denetim tablolarına gönderirler.

SES

Ses, kaynaktan alıcıya kadar dalgalar halinde ulaşır. Dalgaların yayılması için uygun bir ortam gereklidir. Bu ortam, bir sıvı, gaz ya da katı olabilir; ama ses dalgaları, elektromagnetik dalgalardan farklı olarak, boşlukta yayılamazlar.

Ses dalgalarını konu edinen bilime «*akustik*» denir. Ses, insan kulağının algıladığı ses dalgalarından oluşur. Kulak saniyede 20'den aşağı ve saniyede 20 000'den yukarı (SESÖTESİ DALGALAR) titreşimleri duyamaz.

Sesin oluşumu ve iletilmesi: Bir cisim havada titreştiği zaman, yüzeyindeki hava molekülleri de ileri - geri oynar. Bu hareketle, komşu moleküller de aynı biçimde titreşir ve zincirleme hareket sonucu titreşimler yayılır.

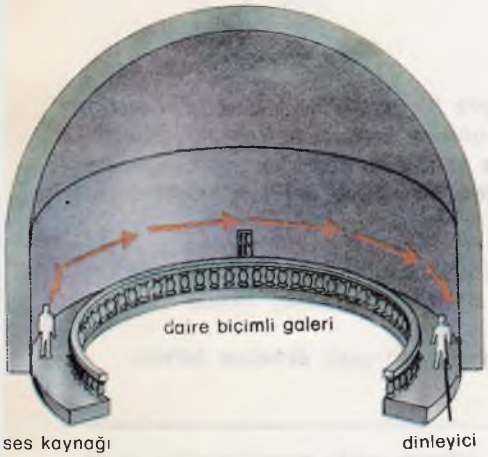
İletilen titreşimlerin hızı belirli sınırlar içindeyse (duyulabilir alan), kulak zarında da titreşimler oluşur. Bu titreşimler, sinirler yoluyla beyne gittiklerinde, ses olarak algılanır.

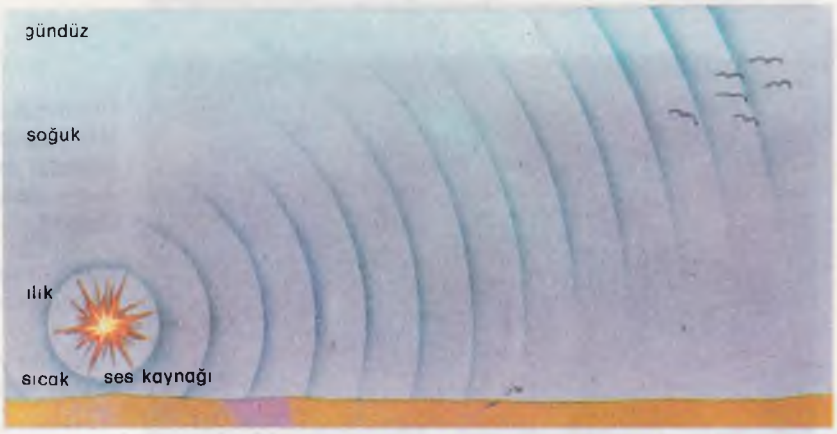
Titreşen cisim ile kulak (ya da alıcı) arasındaki madde sıvı ya da katıysa, ses biraz değişik bir yolla ile-

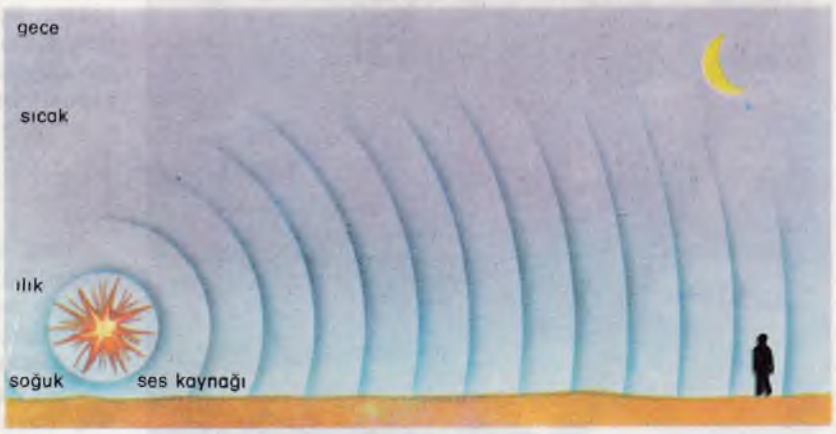
tilir. Sıvı ve katılarda moleküller, maddenin esneklik özelliğine göre değişen bağlarla birbirine bağlıdır. Herhangi bir baskı ya da titreşim dalgasının hızı, uyarının etkisiyle yerinden oynayan taneciklerin ilk durumlarına dönme hızlarıyla belirlenir. İlk duruma dönme hızı, tanecikleri etkileyen kuvvetlere bağlıdır ve maddenin **ESNEKLİK**'iyle ters orantılı olarak artar. Yani, maddenin esnekliği azaldıkça, içinden geçen sesin hızı artar. Taneciklerin denge durumuna dönüş hızı, aynı zamanda ortamın eylemsizliğiyle, başka bir deyişle madde içindeki moleküllerin arasında bulunan tanecik miktarıyla ilgilidir. Bu da maddenin yoğunluğuyla belirlenir. Herhangi bir ortamda yayılan sesin hızı, maddenin esneklik modülünün yoğunluğa bölümünün karekköküyle saptanır.

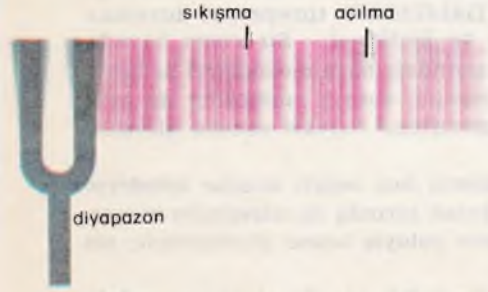
Ses, katı ve sıvılarda, gazlarda olduğundan daha hızlı yayılır (gazlar daha esnek olduklarından, esneklik modülleri düşüktür). Katılar, sıvılar kadar esnek olmadıklarından sesi daha hızlı iletirler. Sesin, çelikteki ortalama hızı saniyede 5 000 metre, suda saniyede 1 400 metre, oda sıcaklığında ve deniz düzeyindeki hava ortamındaysa saniyede 344 metredir.

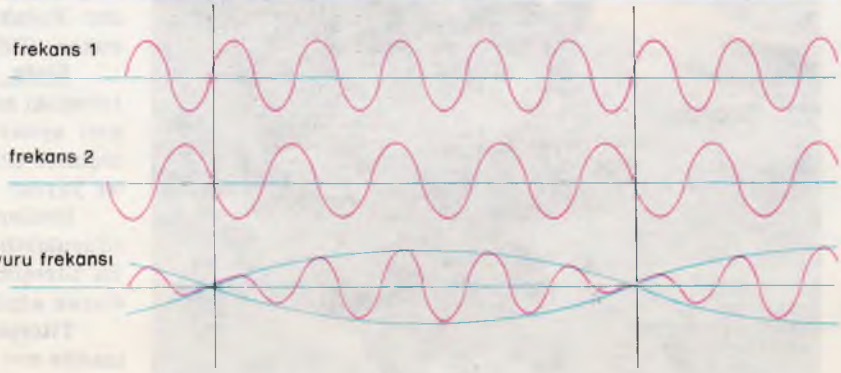
Hızı etkileyen yoğunluk ve esneklik gibi ana etmenler, katı ve sıvılarda sıcaklıkla düzenli biçimde değişmezler. Bu nedenle, bu tür maddelerde sıcaklığın hız üstündeki etkisi çok azdır. Gazlardaysa, sıcaklık artışı, molekül çarpışmalarını artırdığından, hızı önemli ölçüde etkiler. Sözgelimi havada ses hızı 0°C'ta











331 metre/saniyeyken, 100°C'ta 386 metre/saniye olur.

Ses dalgalarının özellikleri: Duyulabilen sesler perdelerine, yüksekliklerine ve niteliklerine göre sınıflandırılırlar. Bir notanın perdesi, onu oluşturan sesin frekansıdır. Sesin yüksekliği, dinleyicinin algılama yetisine bağlı öznel bir özelliktir, ama ses dalgasının enerjisiyle belirlenir. Notanın niteliğiyse, dinleyicinin, aynı frekans ve yükseklikte çalınan bir notanın hangi çalgıda çalındığını ayırt etmesini sağlar. Niteliği, ses dalgasının biçimi belirler.

Ses dalgaları, öteki dalgalarla aynı özellikleri gösterirler. Sözgelimi, elektromagnetik dalgalar gibi girişim, yansıma ve kırılma özellikleri vardır.

Yansıma: Ses, tıpkı OPTİK'te olduğu gibi, yolu üstündeki yüzeylerden yansır. Yankıları yaratan, sesin yansımasıdır.

Sesin yansıması, bina akustiği konusunda en önemli yeri tutar. Bir salonda çeşitli yönlerden çeşitli sesler duyulur. Ses, dinleyiciye hem kaynaktan dolaysız olarak, hem de duvarlardan ve tavandan yansıyarak gelir. Duvarlardaki girintiler, sesin birkaç kez yansımasına yolaçar. Her yansımada biraz daha enerji yitiren ses, sonunda işitme eşiğinin altına düşer. Sesin, yayınından sonra bir süre daha devam etmesine «*yankılanma*» denir.

Dinleyici için sesin niteliği, yankının duyulduğu süreye bağlıdır. 0,5 saniye gibi çok kısa süreli bir yankı, orkestra müziğinde dinleyiciye tiz ve cansız gelecektir. Uzun süreli bir yankıysa, boğuk bir ses ortaya çıkarır.

Akustik düzenlemelerin sorunları, sistemli olarak ilk kez 1906'da, A.B.D'nde W.C. Sabine tarafından araştırılmıştır. Sabine, yankının, söz konusu odanın hacmine, yüzey alanına ve duvarların ses soğurma derecesine bağlı olduğunu bulmuştur. Mantar gibi delikli maddeler ve yumuşak döşemeler, genellikle sesleri iyi soğururlar. Cam gibi sert ve düzgün yüzeyler ile tuğla, beton gibi yüksek yoğunluklu maddelerse, sesi soğurmaz, yansıtırlar.

Bir salonun yapımında, yüzeylerin biçimiyle, yapımda kullanılan maddelerle ve döşeme çeşidiyle yankı süresi, yani o salonun akustik özelliği önceden belirlenebilir.

Hoparlör üretimi ve deneyi gibi özel amaçlar için kurulan odalarda, duvarların üstüne çarpan bütün ses enerjisinin soğurulması gerekir. Duvarlarının yapımında çok gözenekli maddeler kullanılan bu tür odalara, «*sağır oda*» denir.

Kırılma: Ses dalgaları, hız değişikliğine uğradıkları bölgelerden geçtiklerinde, yönlerini değiştirirler. Bir gazın sıcaklığı sesin hızını etkilediğinden, atmosferdeki sıcaklık değişiklikleri, sesin hızını, dolayısıyle de yönünü değiştirebilir. Optikteki kırılmaya benzeyen bu yön değişikliğine «kırılma» denir. Gece, seslerin gündüzden daha iyi duyulmasının nedeni budur. Gündüz, havanın üst tabakaları alttakilerden daha soğuktur ve ses dalgaları, yeryüzünden dışarı doğru kırılırlar. Gece, bunun tam tersi olur. Alt tabakalar soğuk olduğundan, ses dalgaları yeryüzüne doğru kırılır ve sesler oldukça uzaklara iletilir.

Girişim: Aynı frekanstaki iki ses dalgası, değişik uzaklıkları geçerek aynı noktaya geldiklerinde, girişirler (Bk. DALGA HAREKETİ).

Dalgalar aynı noktaya en büyük uyarımla ulaşırsa, yüksek bir ses oluşur. Buna «*yapıcı girişim*» denir. Dalgalardan biri en az, öteki de en çok uyarımdaysa «*yıkıcı girişim*» ortaya çıkar, yani ses azalır.

Girişim, frekansları arasında çok az fark olan sesler arasında da görülür. Bu girişim *vuru*lar oluşturur. Vurular, dinleyici tarafından daha hafif sesli bir fon

Bir kubbedeki sürekli yansımalar, bir uçtaki çok alçak sesin öteki uçtan duyulmasını sağlar. Sesin sıcaklığa bağlı olarak kırılması, geceleri gündüzden daha uzağa gitmesini sağlar. Titreşen bir cisim çeşitli sıklık ve açıklıkta dalgalar oluşturur. Az farklı frekanstaki iki dalga karıştığında, vurular oluşur. Vurunun frekansı, iki dalga frekansının farkına eşittir. (solda)

Avustralya'da Sidney Operası'ndaki gösteri ve kayıt stüdyosu. (sağda)

üstünde yüksek şiddette ses patlamaları olarak duyulur. Bir saniyede duyulan vuruların sayısı, yani vuru frekansı, iki ses frekansı arasındaki farka eşittir.

Bu etki, bir çalgının telini, başka bir tele göre akort etmek için kullanılır. İki tel birlikte çalınır ve birinin gerilimi, vurular kesilinceye kadar değiştirilir.

Bükülme: Bütün dalgalar normal olarak düz bir çizgi üstünde hareket ederler. Ancak, genişlikleri dalgaboyuna eşit olan cisimlerin çevresinden dolaşabilirler. Ses dalgalarının dalgaboyu birkaç santim ile birkaç metre arasında olduğundan, bütün sıradan cisimlerin çevresinden bükülebilirler. Bu yüzden bir dinleyici, göremediği kaynaklardan gelen sesleri de duyabilir.

Doppler olayı: Dinleyici ile ses kaynağı birbirine göre hareket halindeyse, ses perdesinde belirli bir değişiklik olur.

Buna verilebilecek en iyi örnek, bir uçak sesinin yerden duyulmasıdır. Uçak dinleyiciyi geçtiği anda ses perdesi düşer. Gerçekte, yayılan dalganın frekansı aynıdır; ama uçak yaklaştıkça, belirli bir zaman birimi içinde dinleyiciye ulaşan ses dalgaları sayısı gittikçe artar. Bu yüzden sesin frekansı, dinleyici için artmış olur.

Uçak dinleyiciyi geçtikten sonra, dinleyiciye ulaşan dalgalar azalır ve dinleyici, sesin perdesinde apansız bir düşme işitir.

Sesaltı ve sesüstü titreşimler: İnsan kulağının duyamayacağı basınç dalgalarına, «sesaltı» ve «sesüstü» titreşimler denir. Saniyede 20 çevrimin altı *sesaltı*, 20 000 çevrimin üstü de *sesüstü*dür.

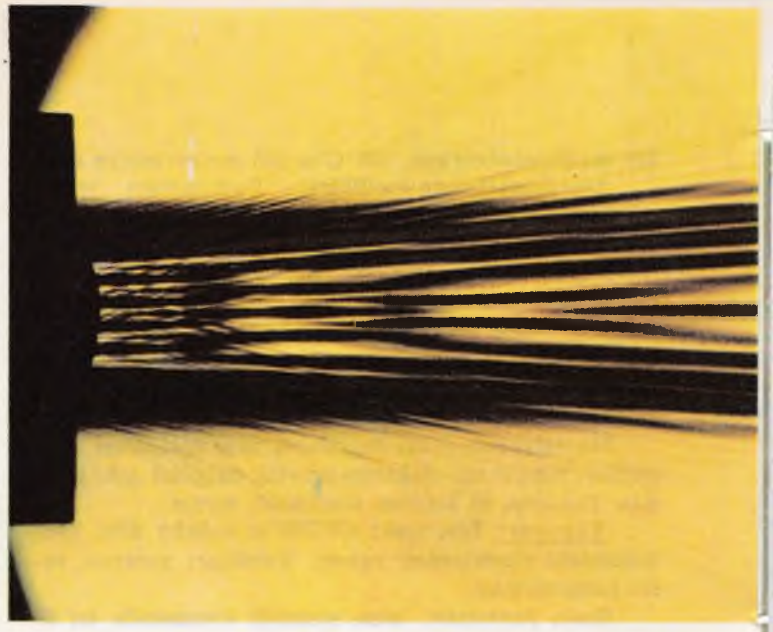
Havanın basıncında ya da dalga yayan herhangi bir maddenin esnekliğinde yavaş değişiklikler oluşturan titreşimler, sesaltıdır. Depremlere bağlı olarak yerkabuğunun titreşmesi bu gruba girer.

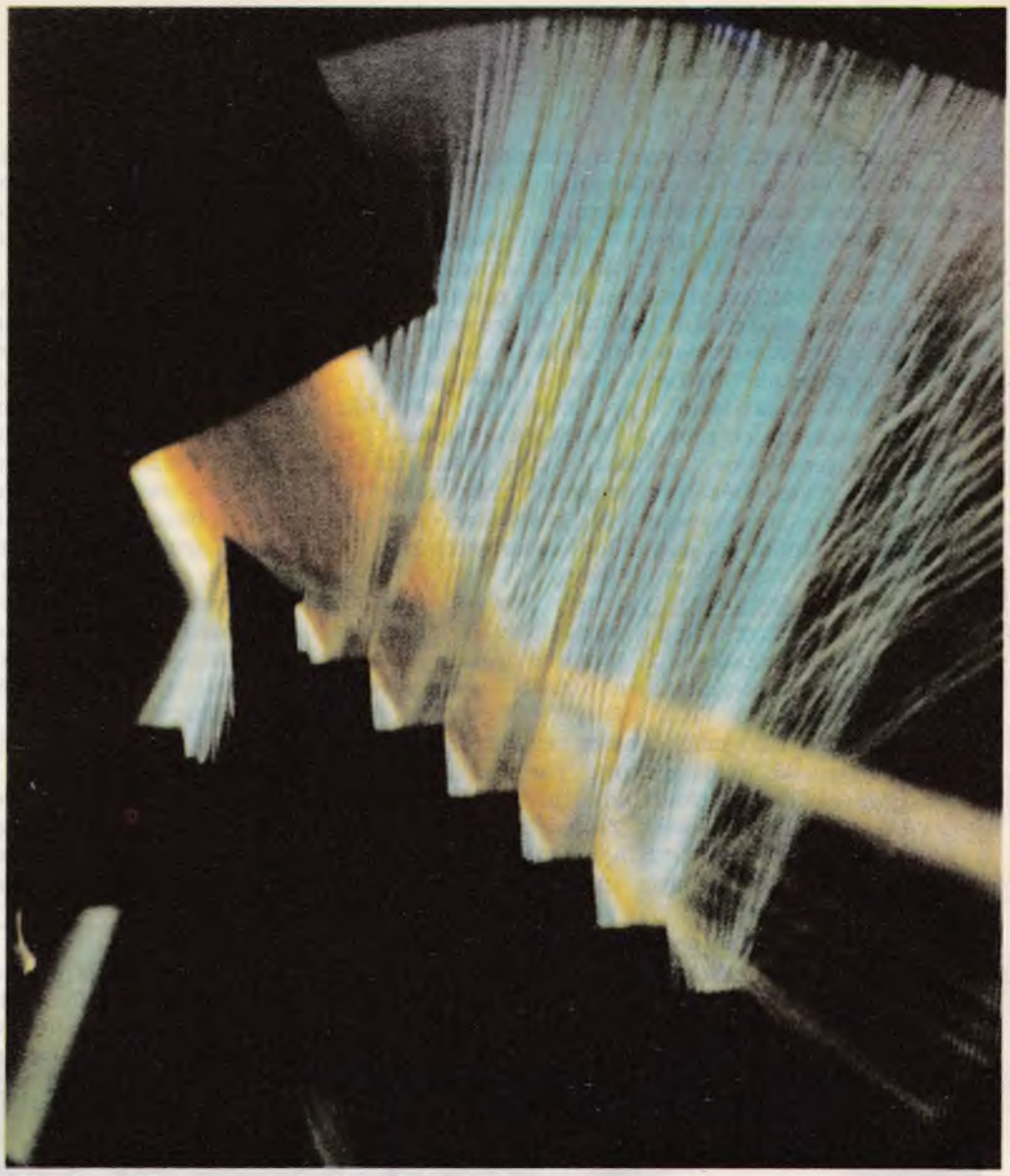
Sesüstü yapıdaki yüksek frekanslı titreşimler genellikle kuvars billurlu OSİLATÖR'lerle oluşturulur. Bir kuvars billuru belli bir biçimde kesilir, basınca uğratılır ya da genleştirilirse, karşıt yüzeylerinde karşıt elektrik yükleri oluşur. Bunun tersi, billur gerilime uğratılırsa görülür. Buna «piezoelektrik olay» denir. Kuvars billuruna bir alternatif gerilim bağlanırsa, billur, gerilimle aynı frekansta genleşip büzülür.

REZONANS etkisi sonucu ortaya çıkan doğal titreşimin genliği alternatif gerilimle aynı olursa, bu titreşimin genliği büyür. Billurun titreşimleri, basınç dalgaları olarak kullanılabilir. Frekansı billurun büyüklüğüne bağlı olsa bile dalgalar, her zaman sesüstüdür.

Ses titreşimlerinin uygulanma alanları: Müzik ve konuşma dışında, basınç dalgalarının birçok teknik kullanımı vardır. Sismograflar yerkabuğu tarafından taşınan basınç dalgalarıyla, yerbilimsel yapıların incelenmesini ve değişikliklerin saptanmasını sağlarlar. Petrol ve doğal gaz kaynaklarının aranmasında, kayalardan yansıyan ses dalgaları çok yararlı olmaktadır (Bk. PETROL ARAMA). Denizlerde derinlik ölçme ve deniz dibi yüzeyini tanımada da, ses dalgaları yansıması kullanılır (Bk. ASDİK YA DA SONAR).

Sesüstü titreşimlerin geniş bir uygulama alanı





Optik akustik ve Schlieren tekniklerinden yararlanılarak sesler fotoğrafla saptanabilir. Soldaki resimde, resmin solundaki ses kaynağından üretilen kırınma şekilleri görülmektedir. Yüksek şiddetteki ses dalgaları maviyle gösterilmiştir. Üstte soldaki resimde, lazer ışınında ortaya çıkan bir sesüstü demet (frekansı 3 MHz) görülmektedir. Işın yatay bir düzlemden yansıtılmıştır. Üstte sağdaki resimde, ses demetinin kaynağın dışında yansıtılmasıyla oluşturulan karmaşık bir şekil yeralmaktadır. Yüksek şiddettekiler kırmızı renktedir.

vardır. Bunlar arasında en önemlileri, sesüstü temizleme ve metal dökümlerin zarar görmeden sınanmasıdır. Sıvılar, sesüstü dalgalar verildiğinde ufak boşluklar yaratarak bir girdap oluştururlar. Burada oluşan vakumla, çeşitli yüzeylerdeki toz ve kir emilir. Yağ ve su gibi birbirini iten sıvıların karışmasında ve hava kabarcıklarının yok edilmesinde de bu yöntem kullanılır.

Sesüstü dalgalar verilen bir çubukla, bir yüzeyde, istenilen büyüklükte delik açılabilir. Sesüstü dalgaların yansımasıyla, büyük metal dökümlerdeki boşluk, çatlak ve kırıklar bulunur (Bk. NİTELİK DENETİMİ).

SESÖTESİ DALGALAR

Sesötesi (ültrasonik) dalgalar, duyulabilir bölgenin üstündeki frekanslarda ses dalgalarıdırlar; basınç dalgalarının belirli bir türünü tanımlamak için kullanılırlar. Sesötesi dalgalar, taneciklerin birbiriyle etkileşecek kadar yakın olduğu bir ortam içinde, bir cismin titreşim hareketi yapması sonucu oluşurlar. Bu

koşullar, sıvılarda, katılarda ve normal ya da yüksek basınçlardaki gazlarda sağlanabilir, ama vakumda ve aşırı seyrek gazlarda sağlanamaz.

Taneciklerin ileri-geri titreşmesi, basınç dalgası oluşturur; bu da, belirli aralıklarla basınç değişiklikleri yaratır. Sesötesi dalgaların ayırıcı niteliği, saniyedeki titreşim sayısı, yani frekans ile titreşen taneciğin en büyük yer değiştirmesi olan genlik ve sesin bir tam titreşim süresinde aldığı yol olan dalgaboyudur.

Basınç dalgalarının insan kulağının duyabildiği 20 Hz (saniyede çevrim) ile 20 000 Hz arasındaki frekansları içerenlerine, «işitilebilir SES» denir. 20 000 hertzden yüksek frekanslı titreşimler, insan kulağı tarafından algılanamayacak (bazı hayvanlar, sözgelimi yarasalar bunları da duyabilir) kadar yüksektir. Bu dalgalar «sesötesi» diye nitelenir.

Sesötesi dalgaların oluşması: Sesötesi dalgalar, bir tür yüksek frekanslı ses dalgası olduklarından, duyulabilir ses dalgaları gibi oluşurlar. Ancak, sesötesi dalgaları oluşturan kaynağın, yüksek frekansta titreşim yapması gerekir.

İstenilen titreşimleri yapan sesötesi üreteçlerinin çoğu, magnetik ya da elektrik enerjisini, mekanik enerjiye çevirerek çalışırlar. Bu tür çeviricilere «TRANSDÜKTÖR» denir. Transdüktörlerin en sık raslanan türleri piezoelektrik, magnetik vurma (magnetostriksiyon) ve elektrik vurma (elektrostriksiyon) gibi olaylara dayanır.

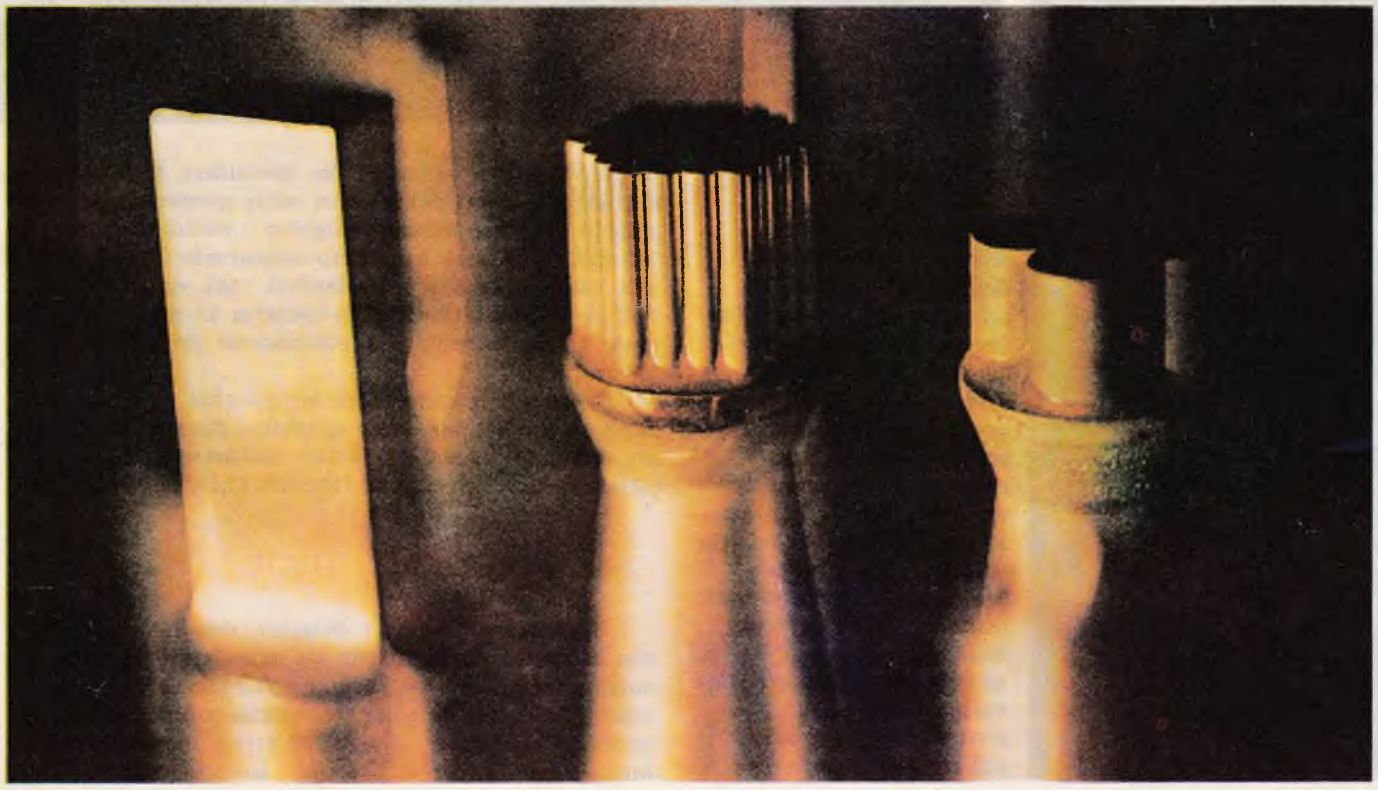
Piezoelektrik transdüktörler: Kuvars ve Rochelle tuzu gibi bazı billurlar «piezoelektrik olay» adı verilen bir özellik gösterirler. Bir kuvars billuruna basınç uygulandığı zaman, bir elektrik akımı oluşur. Ses dalgalarının basınç değişiklikleri sonucu oluşması, billura çarpan titreşimlerin sesle uyumlu olarak değişen bir elektrik akımı ortaya çıkarmasına neden olur. Böylece, bu tür billurlar, basınç dalgalarını saptamada kullanılabilirler.

Bu, tersinir bir olaydır; yani billura uygulanan alternatif akım, uygulanan elektrik alanının frekansına eşit frekansta titreşim oluşturur. Bu etki REZONANS halindeki bir billur kullanılarak büyütülebilir. Başka bir deyişle, billurun boyutları, billurun doğal mekanik frekansının, uygulanan elektrik alan frekansına eşit olmasını sağlayacak biçimde düzenlenir.

Piezoelektrik billurlardan yararlanmada temel sorun, en büyük etkiyi yaratacak billurun belli bir özgül eksen boyunca kesilmiş olması zorunluluğudur. Bu sorun, son yıllarda bulunan baryum titanat gibi çokbillurlu seramik malzemeyle büyük ölçüde ortadan kaldırılmıştır. Söz konusu malzeme, gelişigüzel yönlenmiş piezoelektrik bölgelerin, çok şiddetli bir elektrik alan içinde bir an işlemden geçirilip düzenlenmesiyle elde edilir.

Magnetik vurmalı transdüktörler: Sesötesi transdüktörlerin ikinci önemli türü, elektromıknatıs bobininden geçen akımdaki değişikliklerin, bu bobinin sarılmış olduğu çubuğun boyunu peryodik olarak değiştirmesine dayanır. Mıknatıslanma sonucu boy değişikliğine «*magnetik vurma*» denir. Değişiklik alan yö-

Sesötesi dalgalarla, istenen biçimde delikler açılabilir. (altta) Bu yöntemde delme işlemi, dönme hareketiyle değil, titreşimle sağlanır.



nüne bağımlı olmadığından, çubuk, magnetik alanın değişme frekansının iki katını kazanır.

Bu olay da tersinirdir. Yani, sesötesi titreşimler çubukta bir akım indüklediği zaman, çubuktaki magnetik alan da buna göre değişir. Böylece alan değişmeleri, bobinde akım değişmeleri olarak saptanabilir. Bu işlemde kullanılan malzemeler, nikel, nikel alaşımları ve bir grup metal oksittir. Söz konusu malzemeler, kolayca istenen biçime sokulabilme özellikleri nedeniyle, tekbillurlu piezoelektrik düzenlemelerden üstündürler.

Elektrik vurmalı transdüktörler: Elektrik vurma olayı, magnetik vurma olayına benzer. Olay uygulama alanından bağımsız olduğu için, alanın frekansının iki katı mekanik vurmalı bir titreşim oluşur. Bu olay da

Bir röntgen (siyah bölümler) filmi üstüne ültrasonografın (beyaz) bindirilmesiyle elde edilmiş diz filmi. (altta) Ültrasonograf, bir kanser gelişimi göstermektedir. Bu teknik sonara benzer. Yüksek frekanslı dalgalar çeşitli cisimlerden yansırlar. İyi bir sonuç elde edebilmek için, dalgaboyu, belirlenecek bozukluk ile aynı boyda ya da daha kısa olmalıdır.

Hayvan hücrelerini bileşenlerine ayırmak için kullanılan sesötesi neşter. (üstte)

Raylardaki bozuklukları belirleyen sesötesi aygıt. (sağda)

tersinirdir; yani elektrik vurmaya dayanan düzenlemeler, hem üreteç, hem de bulucu olarak kullanılabilirler. Bu tür aygıtlarda genellikle kullanılan malzemeler, baryumun, kalsiyumun ve kurşunun titanatlarıdır. Bu seramik malzemeler, piezoelektrik transdüktörlerde kullanılan billurlardan çeşitli bakımlardan üstündür: Çeşitli biçimlerde üretim kolaylığı; duyarlı özelliklerin kolayca denetlenmesi; titreşim üretimi için gerekli olan gerilimin düşük olması.

Uygulamalar: Sesötesi dalgaların geniş bir uygulama alanı vardır. Kolayca üretilebilecek duyulabilir aralıktaki titreşimlere yeğlenmelerinin nedeni, dar ve yönlenmiş işitilebilir ses dalgası demetlerinin, ancak çok büyük kaynaklar tarafından oluşturulabilmesidir. Uygun büyüklükteki üreteçlerden elde edilebilecek yönlenmiş dalga demetleri dalgaboylarının, kısa (frekansları yüksek) olması gerekir.

Sesötesi titreşimlerden, endüstride çeşitli biçimlerde yararlanılır. Bunların en önemlisi, ürünleri bozmadan denetimden geçirmek (Bk. NİTELİK DENETİMİ), dökümleri ve öteki ürünleri incelemektir. Birçok durumda sesötesi yöntemler, daha zararlı ve pahalı olan radyografik sınama ve kalınlık ölçme tekniklerinin yerini almaktadır.

Bir sesötesi vuru, transdüktör aracılığıyla deney parçası içine gönderilir ve cismin içinde herhangi bir süreksizliğe raslanılıncaya kadar araştırma sürdürülür. Süreksizlik, cismin öbür yüzünden, iç yapısından, bir boşluktan ya da malzemenin arı olmayan (ya da yabancı madde içeren) bir bölümünden kaynaklanabilir. Böyle bir süreksizlik, dalga vurusunun geriye yansıtılmasına neden olur ve yansıyan enerji, yüzeydeki bir alıcı transdüktörle belirlenir. Yansıyan vurunun geri dönüş süresi, söz konusu süreksizlik ile trans-

düktör arasındaki uzaklığı verir. Bu özellik, yöntemi, kalınlık ölçme ya da iç hataları saptama işlemlerinde yararlı kılar.

İyi bir sonuç elde etmek için sesötesi vurunun dalgaboyu, ortaya çıkarılacak hatanın boyutlarıyla aynı düzeyde ya da daha kısa olmalıdır. Dolayısıyle, çok küçük hatalar, çok yüksek frekanslar gerektirir.

Başka bir önemli uygulama da, sesötesiyle delme işlemidir. Transdüktöre uygun bir alet takılırsa, istenilen cisim, titreşim yoluyla yontulabilir. Aşındırıcı toz ya da macun kullanımı, kesme işlemini hızlandırır. Matkapların alışılmış dönme hareketine karşılık, burada alet salınım hareketi yapar. Böylece, titreşen aletin enine kesitine göre, istenen biçimde oyuklar açılır.

Sesötesi dalgalar sıvılara verildiklerinde boşluklar, yani küçük oyukcuklar oluştururlar. Bu oyukcuklar içinde kısmi vakum vardır. Vakumlar, toz tanelerine karşı bir çekim kuvveti uygularlar ve böylece, bileşenlerin ayrıştırılması sürecinde, çözme işlemine büyük ölçüde katkıda bulunurlar. Karışmayan sıvıların (yani normal olarak karışmayan yağ ve su gibi sıvılar) emülsiyon haline getirilmesi ve döküm öncesi metallerdeki hava kabarcıklarının yok edilmesi de, sesötesi dalgalarla gerçekleştirilebilir. Karşılıklı yüzeyleri eritip birbirlerine kaynatacak yüksek ısıyı, sesötesi titreşimde yaratan termoplastik kaynak yöntemleri de geliştirilmiştir.

Denizdeki uygulamalar: Yüksek frekanslı seslerin en eski uygulamalarından biri de, denizlerde derinlik ölçme yöntemidir.

Sesötesi dalgaların ince ve yönlendirilmiş demetleri, duyulabilir bölgedeki düşük frekanslı sesler gibi su tarafından kolayca soğurulmaz. Bu yüzden, deniz dibine gönderilip yansıyan dalgaların alınmasıyla, deniz yatağının haritası çıkarılabilir. Ayrıca bu yöntemle, deniz yatağını oluşturan tabakalar konusunda bilgi edinilebilir. Böylece, petrol ve doğal gaz gibi denizaltı gelir kaynaklarının yerleri saptanır.

Yüksek frekanslı titreşimler, tıpkı radar gibi, sualtı gemilerinin yerlerinin bulunmasında ve sualtı engellerinin saptanmasında kullanılırlar (Bk. ASDİK YA DA SONAR). Bu yolla, denizaltılar arasında haberleşme de sağlanabilir.

Tıptaki uygulamalar: Son yıllarda sesötesi dalgaların uygulanmasının günden güne yaygınlaştığı bir alan da, tıptır. İnsan bedenindeki kemik, kas ve yağ gibi değişik dokular, sesötesi dalgaları değişik ölçülerde yansıtırlar.

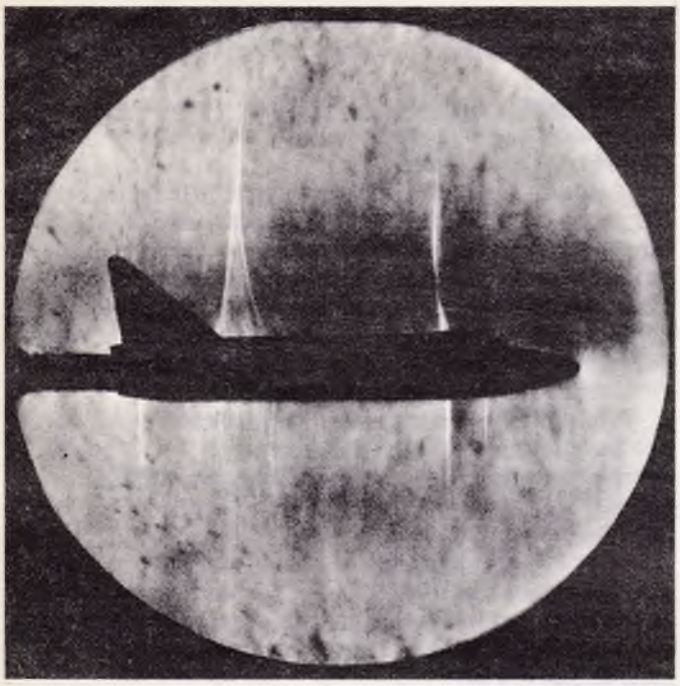
«Ültrasonograf» denen aygıt aracılığıyla sesötesi dalgalarla taranan bedene ilişkin çeşitli bilgiler, elektronik olarak kaydedilir. Bu yolla, gebelik sürecinde çocuğun gelişmesi ve konumu ortaya çıkarılmakta, çocuğun iç organlarındaki olağandışı durumlar ile urların erken teşhisi sağlanmaktadır. Yöntem, hem röntgenin görevini yapmakta, hem de röntgen ışınlarının yapısında bulunan, insan bedenine zararlı etkilere yol açmamaktadır.

Uzun kulaklı yarasa. (altta) Yarasalar yollarını sesötesi «radar» sistemiyle bulurlar.

SES PATLAMASI

Uçaklar düşük sayılacak hızlarda uçtuklarında, hava, düzenli bir biçimde akarak uçağın yolundan çekilir. Bu nedenle uçağın çevresinde, normalden biraz daha yüksek basınçta bir alan oluşur. Uçağın hızı arttıkça, basınç alanının şiddeti de artar ve apansız basınç yükselmesi gösteren bölgeler ortaya çıkar. Uçağın hızı ses hızına *(Mach 1)* ulaşırsa, bu apansız basınç yükselmeleri şok dalgalarına dönüşür. Şok dalgaları, havanın hız ve basınç değiştirdiği yüzeylerdir. Öteki dalgalar gibi, başlangıç noktasından oldukça uzağa yayılıp, uçağın çevresinde geniş bir alanı etkilerler.

Uçağın hızı ses hızı dolayındayken, şok dalgaları öne doğru hareket eder. Ama, uçağın hızı ses hızının üstüne çıkınca, şok dalgaları, uçuş doğrultusuna göre gittikçe genişleyen bir açıyla, dışa doğru yönelirler. Dalgaların hareket yolları, «*ışın*» diye adlandırılır. Bu ışınlar, tıpkı ışık ışınları gibi, camdan ya da sudan geçerken kırılır. Atmosferdeki sıcaklık değişiklikleri nedeniyle ışınlar, yukarı doğru kırılır ve yaklaşık Mach sayısının 1,15 katı kadar (ses hızının 1,15 katına eşit bir değere kadar) hızda, yüksekte yatay olarak uçan uçaktan yere ulaşamazlar. Ama bu Mach sayısının üstündeki ışınlar yere ulaşır ve şok dalgalarının yer



Hava basıncındaki değişiklikleri saptayabilmek için hava tünelinde Schlieren tekniğiyle fotoğrafı çekilen bir uçak. (üstte)

düzeyinde oluşturduğu basınç alanlarına «ses patlaması» denir.

Ses hızının üstünde uçan uçaklar şok dalgaları yaratır. Belirli bir süpersonik (sesüstü) uçuş için ses patlamalarının yerden duyulduğu alan, uçağın sesüstü hıza ulaştığı bölgeden, sesaltı hıza düştüğü bölgeye kadar yayılır. Bu etki alanı içinde bulunan yerlerde, uçak geçer geçmez bir ses patlaması duyulur. Ama söz konusu alanın başlangıç bölgesinde hem iki ses patlaması, hem de yüksek bir gürültü oluşur. Bunun nedeni, uçağın ivmelenmesi sırasında dalgaların yakınsama özelliği göstermesidir.

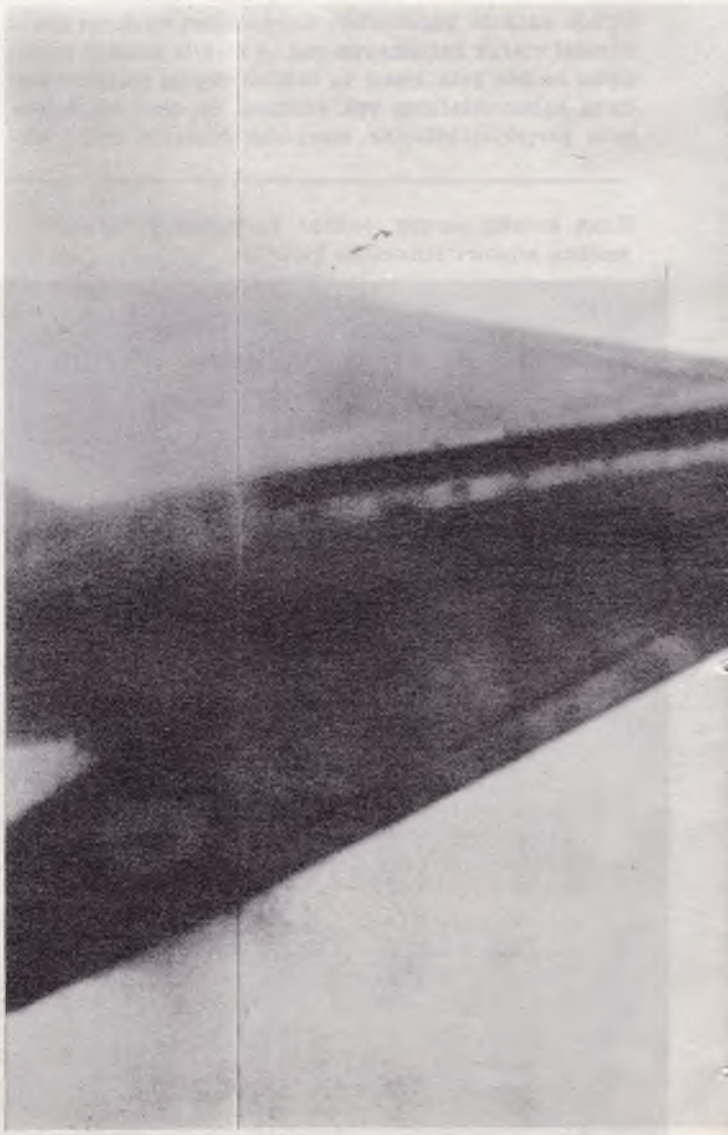
Etki alanının genişliği, uçağın hızı ve yüksekliğiyle birlikte artar. Ses hızının iki katı bir hızda, yerden 15 000 m yükseklikte uçan bir uçak için genişlik, yaklaşık 80 km'dir. Ancak, alanın gerçek genişliği, uçak ve yer arasındaki rüzgar ile atmosfer sıcaklığından da etkilenir.

Patlamanın basınç-zaman grafiği çizilse, sonuç bir *N* dalgası olur. Başka bir deyişle, basınçta apansız bir yükseliş, hafif bir iniş ve gene apansız bir yükseliş görülür. İki basınç yükselişi ya da şoku, insanlar tarafından ayrı ayrı duyulan iki gürültü oluşturur. İki gürültü arasındaki süre, uçağın uzunluğuyla orantılıdır. Sözgelimi, süpersonik Concorde uçağı için bu süre, saniyenin dörtte biri kadar, Lightning jet savaş uçağı içinse, saniyenin 10'da biri kadardır.

Bir ses patlamasının şiddeti *karakteristik yüksek basınç*la belirlenir. Karakteristik yüksek basınç *N* biçimindeki grafiğe uyum sağlayan şok dalgasının basıncıdır. Atmosfer etkileri nedeniyle, ses patlamaları her zaman *N* biçiminde olmayabilir. Özellikle etki alanının uçlarında, dalga biçimi genellikle bozulur.

Karakteristik yüksek basınç, uçağın yüksekliği arttıkça azalır; büyük uçaklarda daha yüksektir; uçağın hızı artınca da biraz azalır. Ayrıca, karakteristik yüksek basıncın değeri, uçağın yörüngesinden dışa doğru da azalır. Merkez çizgisine göre alanın uçlarında, dalga biçimi az da olsa *N* dalgasına benzerliğini korur, ama şiddeti yaklaşık yarı yarıya düşer. Ses hızının iki katında ve yerden 15 000 m yüksekte uçan bir Concorde uçağının yörüngesinde karakteristik yüksek basınç,standart atmosfer koşullarında yaklaşık 1 milibardır. Atmosfer basınçları bu değeri, dolayısıyle de ses patlamasının etkisini, değiştirebilirler.

Ses patlamalarının etkileri üstünde pek çok araştırma yapılmıştır. Bazı hayvan türlerinin bu ses patlamalarını ilk duyduklarında rahatsız olmalarına karşılık, çoğunun 1 milibarlık yüksek basınç değerindeki



ses patlamalarına alıştıkları görülmüştür. Bu durum, kara hayvanları kadar deniz canlıları ve kuşlar için de geçerlidir. İnsanların tepkileriyse pek açık değildir

Ses patlamalarının yapılar üstündeki etkileri konusunda, çok daha ayrıntılı bilgi edinilmiştir. 1 milibar düzeyindeki bir ses patlaması, yapıların ana bölümleri üstünde hiç bir etki yapmaz. Bunun en açık kanıtı olarak, askeri uçakların sürekli olarak sesüstü uçuşlar yaptığı Batı Almanya gösterilebilir. Ayrıca, uzun bir süredir deneme amacıyla ses patlamalarına uğratılan birçok eyaletin bulunduğu A.B.D 'nden de kanıtlar verilebilir. Buralarda, yapıların ana bölümlerinde herhangi bir zarar belirtisi olmadığı görülmüş, yalnızca dam, pencere ve sıvalar gibi bazı yüzeysel bölümlerde etkilenme belirtileri ortaya çıkmıştır.

Süpersonik uçak tarafından şok dalgalarının oluşturuluşunu gösteren bir fotoğraf. (altta) Bu RAF Lightning uçağı, 0,98 Mach'da (ses hızının hemen altında) uçarken, kumanda kabini ve kanatlardaki hava akımının hızı, ses hızını aşmıştır. Bu da, havanın bu bölgelerde yoğuşmasına ve gözle görülebilir bir sis tabakasının oluşmasına yolaçmıştır.

SES YALITIMI

Ses yalıtımı, belirli bir yerin ses ve gürültüden etkilenmemesini sağlama amacına yönelir. Bu yer, bir büro, sınıf, ev, fabrikada bir bölüm ya da motorlu bir aracın içi olabilir.

Ses yalıtımında üç etmenin göz önüne alınması gerekir. Bunlardan birincisi *ses kaynağı*dır. Sesin şiddeti ve doğrultusu bilinmelidir. İkinci etmen, sesin *yolu*dur. Havadan yayılan sese «*gürültü*» adı verilir. Duvar, taban ve benzeri ortamlardan iletilen yapısal niteliklere bağlı seseyse, «*titreşim*» denir. Üçüncü etmen, istenmeyen sesin, kişiler (sesi *algılayanlar)* üstündeki etkisidir.

Mimari özellikler: Evlerin ve iş yerlerinin inşaatı sırasında, odalar arasında istenmeyen seslerin iletimini en aza indirmek için gerekli önlemler alınabilir. Bunun bir yolu, duvarları kalın yapmaktır; ama bu, genellikle ekonomik olmaz. Günümüzde hafif, ama katı yapılarından ötürü belirli ölçüde ses yalıtımı sağlayan yapı malzemeleri üretilmektedir. Bunlardan bazılarının üstü *viskoelastik* maddelerle kaplanır. Bazen de, iki levha arasında birkaç santimlik hava boşluğu bırakılır. Böylece, içinden sesin geçtiği ortam birkaç kez değiştirilir (katı-hava-katı).

Yapıların pencerelerinde de aynı ilkelerden yararlanılır. Alışılmış pencere camları (3-4 mm) sesi yaklaşık 20 desibel zayıflatır (dB: Bk. GÜRÜLTÜ ÖLÇÜMÜ), yani gürültünün şiddetini dörtte bire indirir. Tabaka-

Yankısız bir bölmede deneyden geçirilen bir Ford Granada. (altta) Bu tür bölmeler, sesi soğurarak, deneylerin denetimli koşullarda yapılmasını sağlar.

lardan oluşan cam kullanılırsa, ses iletimi daha da azalır; çift kat camsa, gürültü düzeyini tek kat cama göre yarıya indirir. Bazen iki cam arasında kalan hava tabakasının kenarları, yumuşak, lifli bir malzemeyle kaplanır; böylece titreşimler azaltılarak, gürültü daha iyi giderilir.

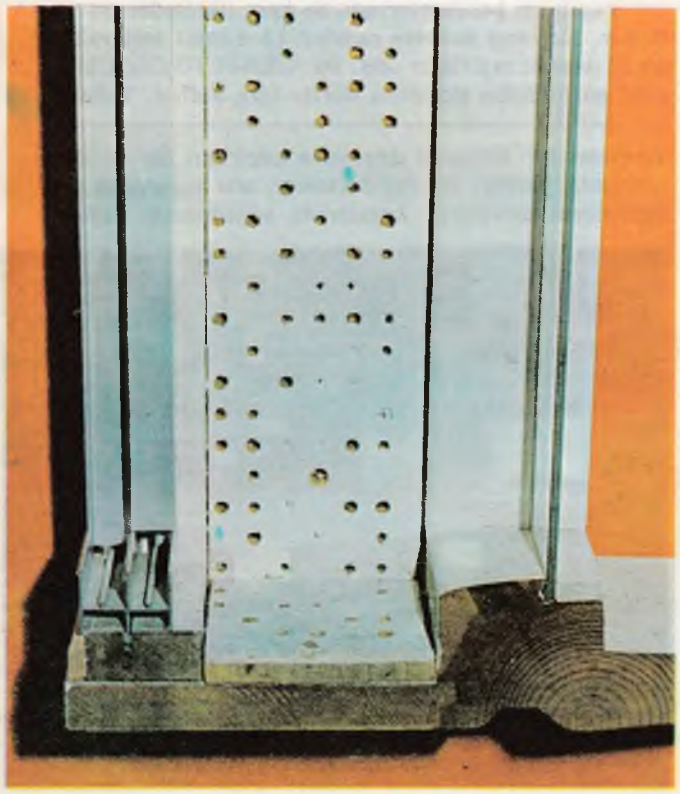
Açık alanlı bürolar (iç duvar bölmelemesi olmayan), hem ekonomiktir, hem de planda esneklik sağlar. Açık sınıflar da yeni eğitim yöntemlerine olanak verir. Ancak, bu tür yapıların ilk örneklerinde duvarlarda bölmeler yapılmadığı için, ses, duvarlar boyunca yayılarak gürültünün önemli bir sorun olmasına yolaçmıştır. Günümüzde bu tür bürolarda akustik ortamlar yaratma amacıyla hareketli bölmeler kullanılır. Ayrıca, yumuşak soğurucu malzemeden yararlanılır. Bölme ve duvarlar ile taban, halı, keçe ve kumaşla kaplanabilir. Bir bölüme giren sesin yönünü ve şiddetini denetlemenin en önemli koşullarından biri de, tavanların yüksekliği ve soğurma özelliğidir. Modern yapılarda, soğurucu tavan malzemesi kullanılır.

Fabrika gürültüsü: Fabrikalar yapılırken gürültülü bölümler, gürültüye duyarlı bölümlerden, araya gürültüye duyarlı olmayan depo, vb. bölümler yerleştirilerek yalıtılır. Endüstride gürültü kaynağının tabandan yalıtılması ve böylece titreşimlerin engellenmesi de çok önemlidir. Bu amaçla iki katı parça arasına oldukça esnek bir malzeme yerleştirilir. Makinaları zeminden yalıtmak için yaylar, yumuşak lastik takozlar ve mantar kullanılır. Ayrıca, makinaların içlerinde yeralan boşluklara da, lastik köpük gibi maddeler doldurulabilir.

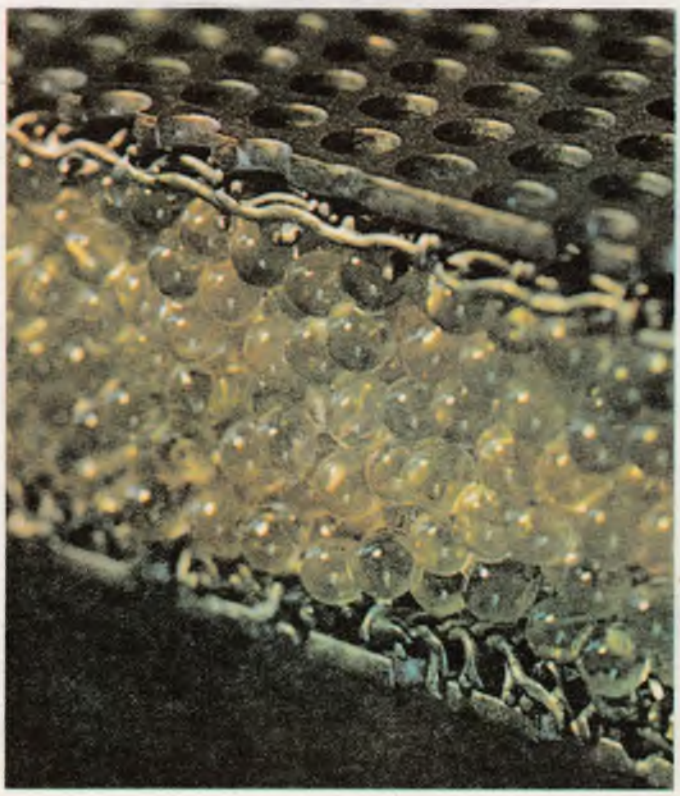
Motorlu taşıtlar: Otomobilerde hem gürültünün, hem de titreşimin yalıtılması gerekir. Düşük hızlarda, lastiklerden hava yoluyla yayılan sesler sorun olabilir. Yüksek hızdaysa, pencerelerin kıvrımlarında ve gövde üstünde hava akımının oluşturacağı gürültü aşırı düzeye ulaşabilir. Apansız hızlanmalar sırasında, motor ve egzoz gürültüleri artar.

Motorlu taşıtlarda gürültü yalıtımı, büyük harcamalara yolaçar. Birçok ülkede ticari araçlarda en üst gürültü düzeyini belirleyen yasalar bulunmasına karşılık, özel otomobiller için bu tür koruyucu önlemler yoktur. Taşıt gövdesinin aerodinamik ilkelerine göre biçimlendirilmesi önemli olduğundan, otomobil üreticileri, yeni modelleri rüzgar tünelinde denerler. Otomobillerin SÜSPANSİYON'u, araç gövdesini yoldaki darbelerden olabildiğince yalıtacak biçimde yapılır. Motorun lastik tamponlar üstüne monte edilmesiyle, titreşimler hafifletilir. Aynı amaçla, geniş yüzeyli levhalar lastik bantlarla tutturulur. Aracın çeşitli bölümleri, birinin titreşiminden öteki etkilenmeyecek biçimde yapılır. Başka bir deyişle, gövdenin her parçasının rezonans frekansının değeri başkadır. Lastik taban döşemeleri, keçeler ve iç döşemeler de, aracın içindeki gürültüyü azaltan öğelerdir.

Çift camlı bir sistemin kesiti. (altta solda) Camlar arasındaki bölmenin kenarları, sesi soğuran maddelerle kaplanmıştır. Çift cam, sesi önemli ölçüde yalıtır.



Cam boncuklarla yapılmış bir ses yalıtıcı. (altta sağda) Bu tür yalıtım, endüstride, gaz türbinlerinin egzoz sistemlerinde kullanılır.



Motorlu taşıtların yolaçtığı gürültü, özellikle kentlerde yaşantıyı etkileyen önemli bir tehlikedir. Bu yüzden yasalar,EGZOZ SİSTEMİ'nin ve susturucuların bakımının düzenli olarak yapılmasını zorunlu kılar. Bazı ülkelerde polis, gürültüyü ölçme amacıyla ses şiddeti ölçen aygıtlar kullanır.

Havaalanı gürültüsü,çevrede yaşayanlar için hiç bir zaman gerekli ölçüde çözülemeyen ve jet motorunu daha sessiz yapmak için sürdürülen bütün araştırmalara karşın günden güne artan bir başka sorundur. Günümüzde bu soruna karşı uygulanan yöntem, çift cam takılması ve bazı binaların İKLİMLEME aygıtlarıyla donatılarak, kapı ve pencerelerinin kapalı kalmasının sağlanmasıdır. Çevre gürültüsü, önümüzdeki yıllarda, çağdaş endüstri toplumlarında giderek önemi artacak bir konu olacaktır.

SHOCKLEY, WİLLİAM Bk.TRANSİSTÖR

SICAKLIK

Sıcaklık, insanlara öteden beri, bir temel duyu gibi doğal gelmiştir. Ama Galilei'den (1610) bu yana, insan teninin bilimsel amaçlar için, termometre kadar yeterli bir duyarlılık taşımadığı bilinmektedir. Sıcaklık algılanmadan önce tene, belirli ölçüde ısı enerjisi geçmesi gerekir.

Isı ile sıcaklık farklıdır. Bir cisimde herhangi bir noktanın belli bir sıcaklıkta olduğu söylenebilir. Oysa ısı, ancak belirli bir miktar madde söz konusu olduğunda anlam taşır. Bir cismi oluşturan moleküllerin tümü hareket halindedir (ya katılarda ortalama konumları dolayında titreşirler ya da sıvı ve gazlarda öteki moleküllerle çarpışarak hareket ederler). Her molekül, bu hareket nedeniyle, bir miktar kinetik ENERJİ taşır. Bir cismin ısı enerjisi, bütün moleküllerinin kinetik enerjilerinin toplamıdır (Bk. TERMODİNAMİK). Öte yandan, bir cismin sıcaklığı, moleküllerinin *ortalama* kinetik enerjilerinin bir ölçüsüdür.

Sıcaklığın bu biçimde ele alınışı, termodinamiğin ve istatistik mekaniğin gelişmesiyle XIX. yüzyılda gerçekleşmiştir. Böylece sıcaklığın, özel bir termometreden yararlanılmaksızın, mutlak sıcaklık ölçeğiyle (ya da *Kelvin* sıcaklık ölçeği) kuramsal olarak tanımlanması sağlanmıştır. Bir cam tüpteki cıva yüksekliği ya da platin bir telin direnci gibi değerlerden yararlanan termometreler, ölçeklerine göre, birbirlerinden biraz farklı sıcaklık okumaları verir. Termometrede GAZ YASALARI'na uyan *ideal gaz* kullanılarak, kuramsal sıcaklık ölçeğinin aynı bir sıcaklık ölçeği elde edilebilir. Çok düşük basınçta sıradan bir gazın özellikleri, aşağı yukarı ideal gaza benzer. Bu nedenle, böyle bir gaz termometresi, mutlak sıcaklık ölçeğinde sıcaklık ölçümü için kullanılabilir. Ne var ki, bu tür termometre kullanışlı değildir. Bu yüzden, önce gaz termometreleriyle değişmez sıcaklıklar ölçülür, sonra öteki termometreler bu değişmez sıcaklıklara göre ölçeklendirilir.

Mutlak sıfır: Kelvin sıcaklık ölçeğinde sıcaklıklar, kuramsal olarak erişilebilecek en düşük sıcaklık olan *mutlak sıfır*dan başlanarak ölçülür. Burada *standart değişmez sıcaklık* 273,16 kelvin (kısaca 273,16 *K* biçiminde yazılır) olarak tanımlanmıştır. Bu, suyun *üçlü* noktasıdır. Söz konusu sıcaklıkta su, buz ve buhar dengede bulunur. Bu değer atmosfer basıncındaki erime noktasından biraz farklıdır, ama daha sağlam bir temele dayanır. Değişmez hacimli gaz termometresinde ölçülen, öteki değişmez sıcaklıkların bazıları şunlardır: Hidrojenin (20, 28 K) ve suyun (373,15K)1 atmosfer basınçtaki kaynama sıcaklıkları; çinko (692,13 K) ile altının (1 337,58 K) erime sıcaklıkları.

Kelvin ölçeği benimsenmeden önce birçok sıcaklık ölçeği kullanılmıştır. Bunların en eskisi, suyun donma sıcaklığının 0° kaynama sıcaklığınınsa 80° sayıldığı Réaumur (1731) ölçeğidir. Réaumur ölçeği günümüzde pek kullanılmamaktadır. İlk duyarlı termometre 1714 yılında G.D. Fahrenheit tarafından yapılmıştır. Bu

Bütün maddeler ışınım salar. İnsan bedeni de, kızılötesi dalgaboylarında ışınım salar. Resimde (altta) bir insan kafasının kızılötesi resmi görülmektedir. Resmin solunda görülen koyu bölüm, beden ısısını düşüren bir damar tıkanıklığı belirtisidir.

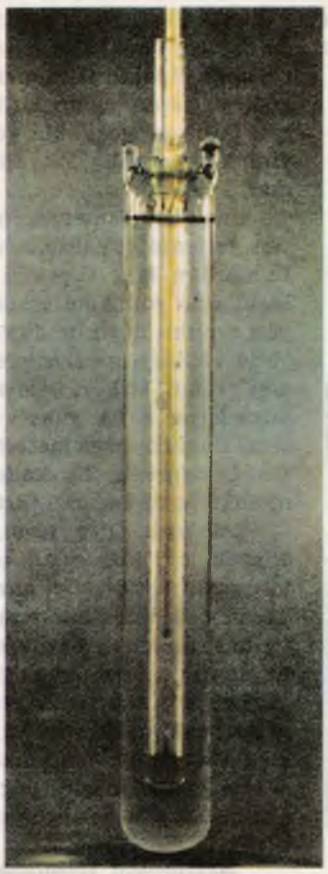
Maytaptan çıkan kıvılcımlar, yaklaşık 2 000 K sıcaklıktadır; ama kütlesi düşük olduğu için deriyi yakmaz. (solda)
Güneş koronası, 6 000 K sıcaklığındaki yüzeyinden çok daha yüksek sıcaklıktadır ; ama gazın düşük basınçta olması nedeniyle, daha donuk görünür. (altta)

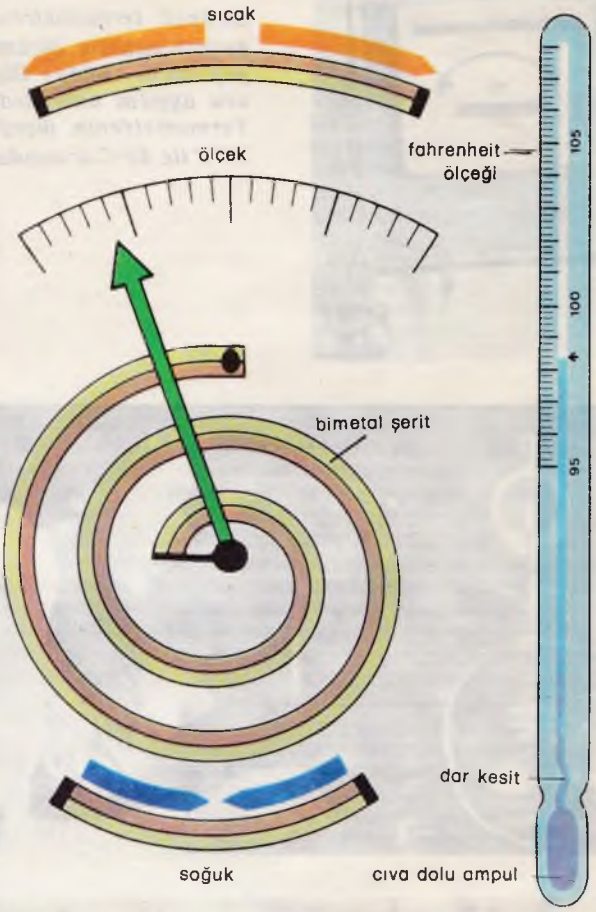
termometrede Fahrenheit, en alt değişmez sıcaklık olarak, arı buzun erime sıcaklığını, yani, 32°F'ı seçmiştir. Fahrenheit'ın buz ve tuzu karıştırma yoluyla ulaştığı en düşük sıcaklık 0° olmuştur. Fahrenheit ölçeği, bütün normal meteoroloji sıcaklıklarının artı değerde olmasını sağlar. Üst değişmez sıcaklık olarak insan bedeninin sıcaklığı olan 96° alınmıştır. Bunun nedeni, daha önceki termometrelerdeki derecelerin sıcak ve soğuk olarak 8'e bölünmesi ve bunların da kendi aralarında 8'e bölünmesiyle, 96°—32° arasındaki farkı veren 64°'nin elde edilmesidir. Fahrenheit'ta sonradan, daha duyarlı ölçmelerle üst değişmez sıcaklık olarak buhar sıcaklığı (212°F) alınmış, böylece beden sıcaklığı 98,6°F olmuştur. Fahrenheit ölçeği hâlâ birçok ülkede kullanılmaktadır. Ama yerini yavaş yavaş, suyun donma ve kaynama sıcaklıklarını 0°C ve 100°C kabul eden *Celsius* (ya da santigrat) ölçeği almaktadır. Anders Celsius'un yaptığı ilk ölçekte büyük sayılar düşük sıcaklıkları, küçük sayılar da yüksek sıcaklıkları gösterirdi. Ama kısa sürede ölçek tersine çevrilmiştir. Celsius ölçeği genel bilimsel amaçlarla olduğu gibi, birçok ülkede günlük işlerde de kullanılır. Celsius derecesinin ölçüsü, kelvine eşittir. Celsius ölçeğindeki bir sıcaklık, 273,16 eklenerek kelvine çevrilebilir. Mühendislikte kullanılmış olan *Rankine* ölçeğiyse, mutlak sıfırdan başlar ve Fahrenheit derecesine eşit ölçüde derecelerle artar. Sözgelimi suyun donma sıcaklığı, 492°Rank'tır.

Termodinamiğin üçüncü yasasına göre, mutlak sıfıra ulaşmak olanaksızdır. Bugüne kadar elde edilen en düşük sıcaklık, 1 kelvinin milyonda 0,5'i kadardır. Bu değere, dört aşamada ulaşılır. Önce helyum gazının genleşmesiyle, uygun bir billur, birkaç mutlak dereceye kadar soğutulur (Bk. AŞIRI SOĞUK MADDELER). Ardından billur, sıvı helyumun buharlaştırılmasıyla apansız 1 K'e indirilir. Sonra, «*adyabatik mıknatıslık giderme*» adı verilen bir işlemle, billur atomları bir derecenin binde birine kadar soğutulur. Bu kadar düşük sıcaklıklarda, aynı işlem atom çekirdeklerine de uygulanarak, sıcaklık, derecenin milyonda birine kadar düşürülebilir.

Sıcaklık ölçeğinin en üst ucunda, yıldızların yüzey sıcaklıkları olan 3 000 K'den 100 000 K'e kadar bir bölge uzanır. Bu sıcaklıklar, ya TAYFÖLÇÜMÜ'yle, yani yıldızın tayf çizgileri gözlenerek (bu, *kinetik* sıcaklığı verir) ya da değişik dalgaboylarında ne kadar ELEKTROMAGNETİK IŞINIM salgıladığı hesaplanarak *(ışınım sıcaklığı)* saptanabilir. Yıldızın madde yoğunluğu, ışınımın yüzeyden salınmadan birçok atom tarafından saçılmasına yolaçıyorsa, enerjinin dalgaboyuna göre dağılımı Planck formülüyle bulunur. Sözgelimi sıcak bir yıldız, daha soğuk bir yıldızla karşılaştırılınca, kısa dalgaboylarında daha çok ışınım salar ve daha mavi görünür. Toplam ışınım miktarı, büyük oranda sıcaklığa bağlıdır ve sıcaklığın dördüncü kuvvetiyle artar.

Bu üçlü nokta hücresi (sağda) İngiltere Ulusal Fizik Laboratuvarı'nda, termometreleri ölçeklendirmek için kullanılmaktadır. Termometre, merkezdeki tüpe sokulmuştur. Öteki tüpse arı su ve buzla çevrilidir. Böylece, tam 0°C elde edilir.





Bimetal şeritli termometre, oldukça duyarlıdır. (üstte) Resimde, aygıtın altında ve üstünde, biri sıcak, biri de soğuk durumu belirten iki örnek görülmektedir. Kahverengi metal, sıcaklıkla daha fazla uzar, bu da bükülmeye (resimde abartılmıştır) neden olur. Resmin sağındaki, beden sıcaklığını ölçmede kullanılan termometrede, cıvanın hazneye geri akmamasını sağlayan dar bir kesit vardır.

Bununla birlikte, ışınım, iyonlarla dengede olacak kadar saçılmıyorsa, sıcak bir cisimden salınan ışınım yanıltıcı olabilir. Güneş atmosferinin dış bölümleri (korona), yoğunluğu çok düşük olduğundan, 6 000 K sıcaklıktaki Güneş yüzeyinden çok daha donuk görünür. Astrofizikte bundan çok daha yüksek sıcaklıklara raslanabilir: Güneş'in merkezinde sıcaklığın 15 milyon kelvin olduğu, gökadalar arasındaki, son derece seyrek gazın da, binlerce milyon kelvin sıcaklığa ulaştığı sanılmaktadır.

SICAKLIK ÖLÇÜMÜ

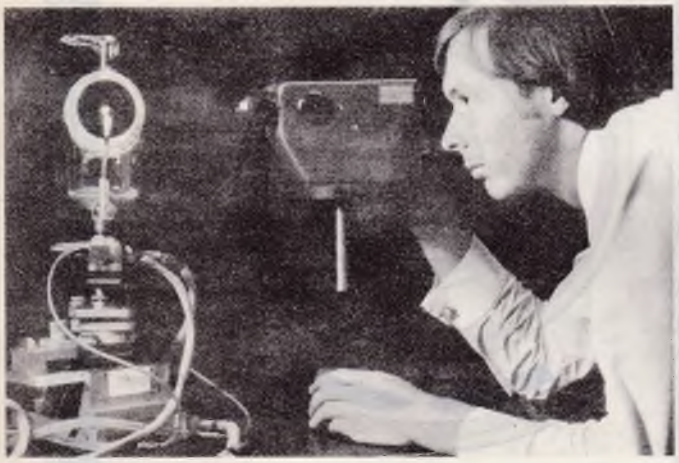
SICAKLIK, cisimlerin en ilgi çekici bilimsel özelliklerinden biridir. Sıcaklık ölçümü (termometri) günlük yaşamda olduğu kadar, tıptan, meteorolojiye ve kimyaya kadar, bilimin bütün dallarında büyük önem taşır. İnsan teni kaba bir termometre (sıcaklık ölçen araç) rolü oynasa da, duyarlılığı, teni yakan ve uyuşturan sıcaklıklarla sınırlıdır. Ancak bu sınırlar arasındaki sıcaklıkları ölçebilir. Ayrıca insan teni, gerçek sıcaklıktan çok, sıcaklık farklarını ölçmeye yatkındır. Sözgelimi, bir doğal kaynak suyunun, kışın, yazdan daha ılık olduğu sanılır. Oysa gerçek, bunun tam tersidir.

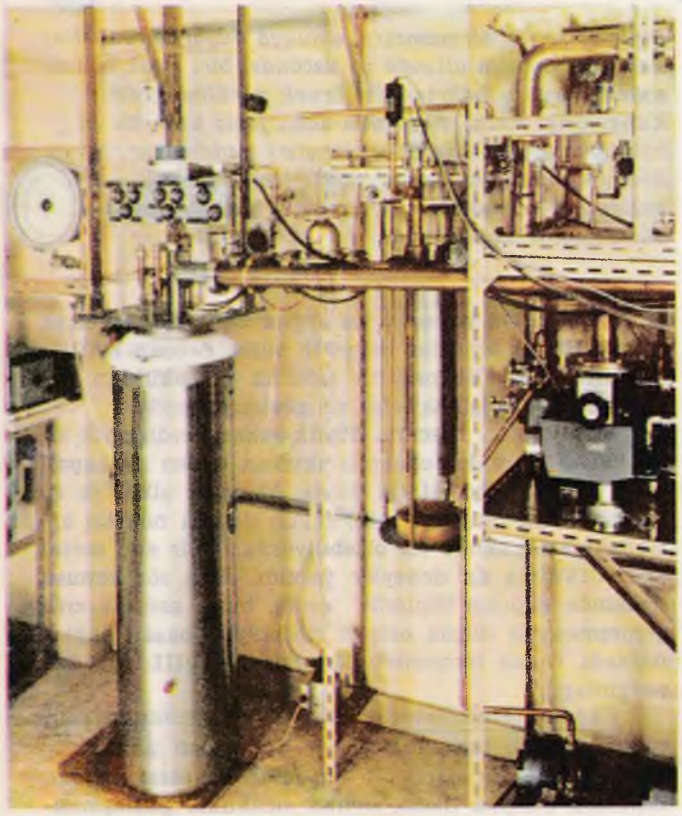
Tarihçe: Sıcaklık gösteren ilk aygıtlar *(termoskop*lar) 1600 yılından hemen önce GALİLEİ tarafından yapıldı. On yıl sonra bu aygıta Santorio, bir ölçek ekledi. Bu ilk aygıtlar gerçekte suyla çalışan BAROMETRELER'di. Bu nedenle sıcaklık değişiklikleri kadar, basınç değişikliklerini de gösteriyorlardı.

1654 yılında Toscana büyük dukası Ferdinando II, bir hazne içine doldurulmuş akışkan içeren ilk kapalı cam tüplü termometreyi yaptı. Akışkan, alkol ve su karışımından oluştuğu için, suyun donma noktası altındaki sıcaklıkları da ölçebiliyordu. Bir sıvı metal olan CIVA'yla da deneyler yapıldı. Ama söz konusu dönemde yapılan tüplerin geniş, buna karşılık cıva genleşmesinin düşük olması nedeniyle, başarı sağlanamadı. Cıvalı termometreler, ancak XVIII. yüzyılda yaygınlaştı.

Çağdaş termometreler: İçinde sıvı bulunan cam tüpten oluşan termometrelerde kullanılan akışkanın, olabildiğince dar çaplı bir tüp içine konması gerekir. Bunların çalışma ilkesi, sıvının sıcaklıkla genleşmesi-

Dirençli termometrelerle duyarlı sıcaklık ölçümleri yapılabilir. (solda) Ölçüm ucu aygıtın üstündedir. Termometrenin ölçeği 30°C ile 40°C arasındadır.





ne dayanır. Genleşme küçüktür (alkolde her 1°C için yaklaşık ilk hacmin binde biri); ama hazne büyük, tüp de dar yapılırsa, kılcal borudaki genleşme kolayca görülebilir. Sıvının üstündeki hava boşaltılarak, havanın genleşmesinin okumalarda yanılgıya yolaçması önlenir. Cam da sıcaklıkla genleşir, ama bu genleşme, sıvınınkine oranla çok düşük olduğundan önem taşımaz.

Sıvılı termometrelerin, yüksek duyarlılık gerektiren yerlerde kullanılması birkaç nedenle sakıncalıdır. Bunlardan biri, tüplerin iç çeperlerinin tam silindir biçiminde yapılamamasıdır. Bu nedenle ölçeğin, düzgün aralıklı değil, iç düzensizliği karşılayacak biçimde yerleştirilmesi gerekir. Termometre bir sıvıya daldırıldığı zaman, sıvının hazneye uyguladığı basınç, cıvanın yükselerek daha yüksek değerler vermesine neden olur. Duyarlı termometrelerde, genellikle daldırma derinliği belirtilir. En kullanışlı tip olan sıvılı termometrelerin birkaç özel türü vardır.

Bunların en yaygını, insan bedeninin sıcaklığını ölçmek için kullanılan termometrelerdir. Söz konusu termometrelerde tüp, hazneye yakın yerde daralır. Termometre hastadan alındıktan sonra cıva sütunu, bu dar kesimden hazneye geri akamaz. Böylece sıcaklık sonradan da okunabilir. Bu termometrelerin cam tüpleri, cıvanın hızla beden sıcaklığına yükselmesini sağlayacak kadar ince yapılmıştır. Tüpün enine kesiti, cıva sütununun okunmasını kolaylaştıracak mercek görevi yapması için, üçgen biçiminde yapılır. Aynı amaçla, tüpün arkasına beyaz emaye bir parça yerleştirilir.

Meteoroloji termometreleri: Çağdaş sıvılı termometrelerin çoğunda cıva kullanılır. Ancak, cıvanın donma noktası —37°C olduğundan, meteorolojide, —100°C'a kadar düşen sıcaklıkların ölçülmesini sağlayan arı alkolden yararlanılır. Pentan gibi daha da düşük donma noktalı sıvılarsa, —200°C'a kadar (sıvı hava gibi) sıcaklıkları ölçmek için kullanılır.

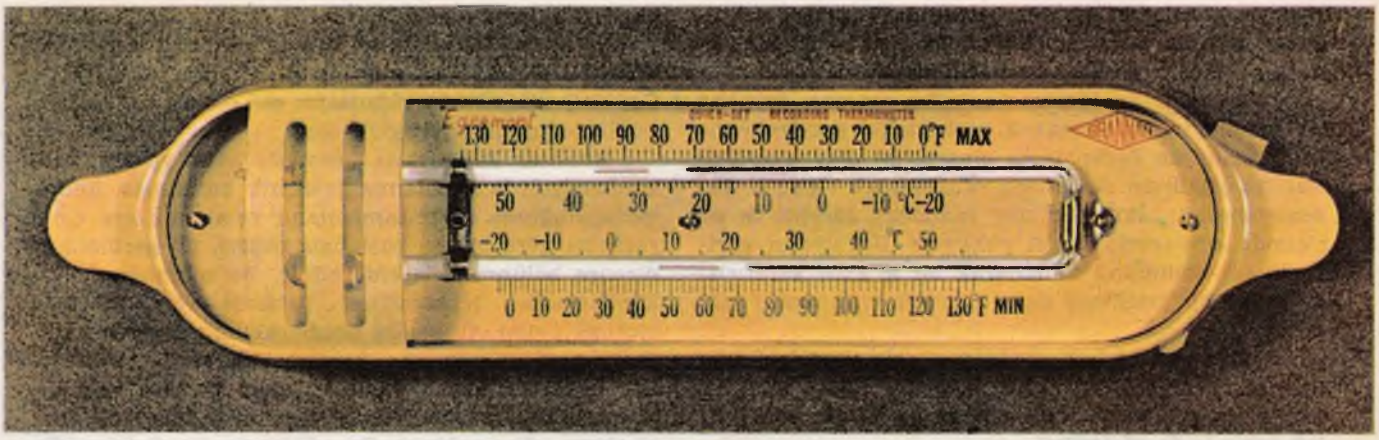
Meteorologlar, gün boyunca en düşük ve en yüksek (maksimum - minimum) sıcaklıkları kaydeden termometrelere de gereksinim duyarlar. Bunların en yaygınlarından biri, alkol tüpünde kısa bir cıva sütunu içeren Six termometresidir. Cıva sütununun iki ucunda bulunan çelik işaretler, alkol-cıva karşılıklı etkileşimi sırasında, cıva sütununun yükselip alçalmasını izlerler. Bu işaretler, en uç konumlarda küçük yaylarla tutulurlar. En yüksek ve en düşük sıcaklıklar, bu iki işaretin karşısındaki ölçeklerden okunur.

Meteorolojide sıcaklığın sürekli olarak kaydedilmesi için, bir bimetal şerit kullanılabilir. Birbirine sıkıca tutturulmuş iki ayrı metalden oluşan bu şeride, genellikle helis biçimi verilir. Sıcaklıktaki herhangi bir değişme, şeridi oluşturan metallerin farklı ölçülerde

---

Isıtılmış filamanlı optik pirometrede, bulunması gereken sıcaklık, akkor hale gelmekte olan cisimle karşılaştırılır. (solda ortada)

Değişmez hacimli gaz termometresi. (solda altta)



En yüksek ve en düşük sıcaklıkları ölçen Six tipi termometre. (üstte) Aşağıdaki tüpte genleşen akışkan, arı alkoldür. Cıva, alkolden on kat daha az genleştiği için, termometredeki cıva miktarı azdır.

uzayıp kısalmasına neden olur. Böylece şerit bükülür. Şeridin ucuna tutturulmuş bir kalem, ağır ağır dönen bir silindir üstüne bu değişmeleri kaydeder. Daha yalın bir türde de, metal şerit sarmal biçimindedir ve aygıtta bir gösterge bulunur.

Öteki termometreler: Fizikte kullanılan temel termometre, okumaları mutlak sıcaklık ölçeğine (Kelvin sıcaklık ölçeği) göre ayarlanan, *değişmez hacimli gaz termometresi*dir. Bir miktar gaz (genellikle helyum), küçük bir platin ampul içine doldurulur ve istenilen sıcaklığa getirilip basıncı ölçülür. GAZ YASALARI'na göre ideal gazın basıncı, doğrudan doğruya mutlak sıcaklıkla orantılıdır. Ancak, hiç bir gerçek gaz ideal gaz özelliği göstermediğinden, ampulde değişik miktarlarda gaz bırakılarak bir dizi okuma yapılır. Ampulde çok az miktarda gaz kaldığında elde edilen sonuç, ideal gazın verebileceği sonuca yaklaşır. Sağlıklı sonuçların elde edilmesi için, daha birçok küçük düzeltme yapılır. Böylece, mutlak sıfır üstünde 0,5°C ile 1 000°C arasında olan sıcaklıklar ölçülebilir. Bununla birlikte gaz termometreleri, uygulamada, yalnızca öteki termometreleri ölçeklendirmede temel alınan noktaların ölçülmesinde kullanılır (bunlar, genellikle değişik arı maddelerin kaynama ve donma sıcaklıklarıdır).

—260°C ile 600°C arasındaki sıcaklıklar, *platin dirençli termometre*yle ölçülür. Bütün metallerin elektrik dirençleri sıcaklıkla yükselir; ama platinin direnci, ötekilerden daha düzgün biçimde artar. Platin ayrıca, erime sıcaklığının yüksekliği, aşınmaya karşı büyük direnç göstermesi gibi üstünlükler taşır. Termometre, bir mika çerçeve üstüne platin telin sarılmasıyla elde edilir. Telin direnci, içinden geçen akımın yarattığı gerilimin ölçülmesiyle bulunur. Standart bir formülle bu direnç, sıcaklığa çevrilir.

Daha düşük sıcaklıklarda, karbon dirençler de platin tel yerine kullanılabilir. Daha yüksek sıcaklıklardaysa, iki ucu, platin-rodyum alaşımı bir tele iliştirilmiş olan platin telden oluşan bir *termokupl*dan (Bk. TERMOELEKTRİK AYGITLAR) yararlanılır. Birbirine benzemeyen iki metalin bağlanmasında, binde birkaç volt değerinde bir doğal gerilim vardır. Bu gerilim de sıcaklıkla değişir. Termokuplun bağlantı noktalarından biri bilinen bir sıcaklıkta tutulurken, öteki ucu, ölçülecek sıcaklığa kadar ısıtılır. Gerilimdeki değişiklik, standart bir formülle sıcaklığa çevrilir. Termokuplun en önemli üstünlüğü, küçük olmasıdır. Bununla, herhangi bir cismin istenen noktasının sıcaklığı ölçülebilir.

1 300°C'tan yüksek sıcaklıklardaysa, *pirometre*ler kullanılır. Optik pirometre, odağında ısıtılmış bir tel bulunan bir teleskoptan oluşur. Genellikle bir fırının iç sıcaklığının ölçümünde kullanılan pirometrede, nesnenin görüntüsü ile sıcak telin görüntüsü üst üste bindirilir. Telden, tel, fırına göre daha parlak (daha sıcak) ya da daha koyu (daha soğuk) olmayıncaya kadar akım geçirilir. Pirometreler, akımın metre cinsinden değerinin, doğrudan sıcaklığı vereceği biçimde ölçeklendirilir.

SIĞA, ELEKTRİKSEL

Sığa (ya da *kapasitans*), ELEKTROSTATİK bir olaydır. Elektrik yükünün saklanmasıyla ve hareketsiz ELEKTRON'ların özellikleriyle ilgili bu olaydan yararlanan aygıtlara, «KONDANSATÖR» («*kapasitör*» de denir) adı verilir. Kondansatörler, elektronik aygıtlarda yaygın biçimde kullanılırlar. Elektrik yükünü depo edecek kondansatör, iki paralel levhadan oluşur.

Elektrik yükü, *coulomb* birimiyle (simgesi *C*) ölçülür. Bir elektronun yükü $1{,}6 \times 10^{-19}$ coulomb'dur. Yükler, aralarında bir hava boşluğu ya da yalıtılmış madde bulunan levhaların yüzeylerinde depolanır ve levhalar arasında bir elektrostatik alan, dolayısıyla de bir gerilim ya da potansiyel farkı oluştururlar.

Sığa birimi *farad (F)*, volt başına bir coulomb olarak tanımlanır. Genellikle bir aygıtın sığası, levhalarda biriken yükün gerilime bölünmesiyle belirlenir. Sığanın artması, bu yükün yarattığı her birim gerilim için daha çok yük birikimi demektir.

Sığa başlıca üç yolla artırılabilir: Levhaların yü-

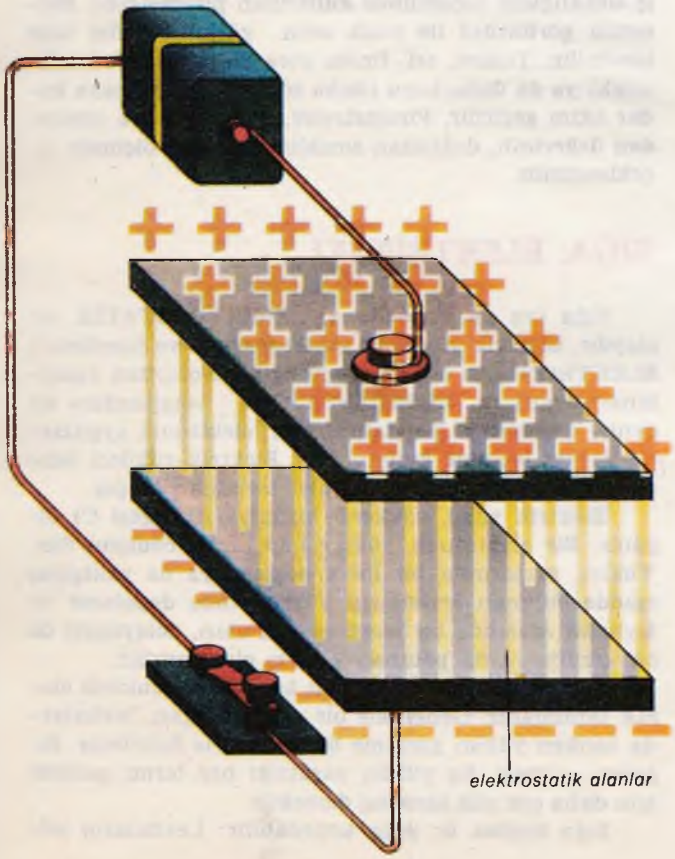
zeyi genişletilerek; levhalar arasındaki mesafe azaltılarak; levhalar arasında hava yerine daha iyi bir yalıtkan ortam ya da *dielektrik* kullanılarak.

Dielektrik maddeler: Levhalar arasına yalıtkan bir madde ya da dielektrik yerleştirilip gerilim verilirse, maddede *kutuplanma* oluşur. Bu olay, maddede elektrik yükünün *ikikutuplu* oluşturacak biçimde düzenlenmesidir. İkikutuplular, maddede düzenli ve sık biçimde sıralanmış karşıt yüklerdir. Uygulanan gerilimin bir bölümünü kullanarak bir iç alan yaratırlar ve belirli bir gerilimde daha çok yük birikmesini sağlarlar.

Böylece, dielektrik maddenin eklenmesiyle sığa artırılır. Yeni sığanın hava boşluklu sığaya oranına, maddenin *dielektrik değişmezi* ya da görece *geçirgenliği* denir (ε ile gösterilir).

Bazı ortamlarda dielektrik değişmezler şöyledir: Vakumda $\varepsilon=1$; havada $\varepsilon=1,00059$ (1 olarak kabul edilir); politetraflüoretilende $\varepsilon=2$; polistirende $\varepsilon=2,6$; baryum titanatta $\varepsilon=6\,000$. Dielektrik olarak baryum titanat kullanmak, sığanın 6 000 kat artırılabileceği anlamına gelir.

Çizimde (altta), paralel levhalı kondansatörün yük biriktirmesi görülmektedir. Anahtar kapalıyken hem levhalarda akım yoktur, hem de aralarında potansiyel farkı bulunmaz. Anahtar açıldığında, kondansatör gerilimi pil gerilimine eşit olana kadar, tellerden akım geçer. Pilin eksi ucuna bağlı levha, elektronların dolmasıyla eksi yükle yüklenir.



Elektrik devrelerinde kondansatörler: Yalın bir ELEKTRİK DEVRESİ'nde bir pil, anahtar (ŞALTER), DİRENÇ ÖĞESİ ve kondansatör seri olarak bağlanırsa, gerilim-akım ilişkileri şöyle olur:

Anahtar kapalıyken, devrede akım yoktur, yani kondansatörde depolanmış elektrik bulunmaz. Anahtar açıldığında devre tamamlanır ve akım geçer. *Ohm* yasasına göre bunun başlangıç değeri, pil geriliminin dirence bölünmesiyle elde edilir. Bu akımdan dolayı, kondansatör levhalarının üstünde ve aralarında elektrik akımı oluşur. Bu sırada, akımın devrede hareketini sağlayan gerilim, kondansatör geriliminin arttığı miktarda azalır, böylece akım gittikçe küçülür. Kondansatör gerilimi, pil gerilimine yaklaşırken, devre akımı sıfıra yaklaşır. Bu, yüklenme (şarj) işlemidir.

Anahtar kapandığında, kondansatör kendi yükünü korur. Kuramsal olarak, kondansatörün yükünü sonsuza kadar koruması gerekir. Ancak uygulamada, her zaman bir miktar yük yitirilir.

Pil devreden çıkarılarak devre kapatılırsa, boşalma (deşarj) işlemi oluşur. Anahtar yeniden açıldığında, akım devrede ters yönde akar. Bu durumda gerilim, başlangıç gerilimine çıkarılan ve pilinkine eşit olan kondansatörden sağlanır. Akımın büyüklüğü, bu başlangıç geriliminin dirence bölünmesiyle bulunur. Akım devrede dolaştıkça, yük kondansatörden çekilir ve kondansatör gerilimi azalır (böylece akımın büyüklüğü de azalır). Gerilim düştükçe, boşalma işlemi yavaşlar; gerilim sıfıra yaklaştığında akım da sıfıra yaklaşır. Söz konusu devrede pil yerine bir alternatif akım kaynağı kullanılırsa, kondansatör sürekli olarak dolma-boşalma evreleri geçirir. Alternatif akımın frekansı yükseldikçe, kondansatör, çevrimin ikinci yarısından (boşalma çevrimi) önce dolmaya pek zaman bulamaz ve en üst gerilimi düşmeye başlar. Böylece, frekans arttıkça kondansatörün devredeki etkisi azalır ve akım, kaynak geriliminin dirence bölümüyle elde edilen değere yaklaşır.

Kondansatör bir elektrik devresinde kullanıldığında, iki önemli özellik gösterir. Bunlar, alternatif ve doğru akım özellikleridir. Kondansatör bir doğru gerilimle yüklendiğinde, levhalardaki yük birikimi, istenen oranlarda kullanılacak bir enerji depolar. Enerji depolama aygıtına örnek olarak, fotoğraf FLAŞ'larındaki kondansatörler gösterilebilir.

Bir alternatif akım devresinde kondansatörün frekansa bağlı özellikleri, sinyal şekillendirmesi, düzeltmesi ve radyo parazitlerinin önlenmesi (otomobil ateşleme sistemi gibi) gibi çeşitli alanlarda kullanılmalarını sağlamıştır. Kondansatör, yüksek frekanslı akımları süzmeye olanak sağlar; ama aynı zamanda, düşük frekansı ve doğru akımları engeller.

Buraya kadar, yalnızca ideal sığadan söz ettik. Oysa, bütün dielektrik maddelerinin belirli bir elektrik direnci vardır. Sözgelimi, bir kondansatöre doğru akım uygulandığında, sürekli olarak küçük bir sızıntı akım geçirecektir. Gerçek devrelerde, kondansatörler, kuramsal devrelerden daha az verim gösterirler. Bu nedenle, gerekli önlemler alınmalıdır.

SIVI BİLLURLAR

Sıvı billurlar, sıvı olmalarına karşılık, katı billurların (Bk. BİLLURLAR VE BİLLURBİLİM) bazı özelliklerini gösteren maddelerdir. 1889 yılında Avusturyalı botanikçi H. Reinitzer tarafından bulunduklarında, büyük bir kimyasal yenilik olarak nitelendirilmişlerdir. Ne var ki, uygulama alanına geçirilmeleri, ancak son yıllarda, sıvı billurlu göstergelerde gerçekleşmiştir. Söz konusu göstergeler, aralarında sıvı billur maddesi olan, birbirine sıkıca bağlı iki düz cam levhadan oluşurlar. Görüntü (sözgelimi, yedi çubuktan oluşan sayı görüntüleri), iki cam tabaka arasında ortaya çıkar. Bazı türlerde iletilen ışıkla, bazılarında da yansıyan ışıkla görüntü elde edilir. Sıvı billurlu göstergelerin öteki gösterge çeşitlerinden üstünlüğü, çok az enerjiyle çalışabilmeleridir. Başka bir olumlu özellikleri de, doğrudan güneş ışığında görünürlüklerini koruyan tek elektronik görüntü çeşidi olmalarıdır. Olumsuz yanlarıysa, bir yardımcı aydınlatıcı olmadan karanlıkta görülememeleridir. Bunun nedeni, elektrik üretmemeleri, üstlerine düşen ve içlerinden geçen ışığı yayma özelliği taşımalarıdır.

İlkeleri ve çeşitleri: Sıvı billurlar, yağlara benzeyen, uzun, çubuksu MOLEKÜL'lü organik bileşiklerdir. Normal durumda süt ya da bala benzeyen, bulanık bir görüntüleri vardır; ama iki cam tabaka arasında aşağı yukarı saydam hale gelirler.

Bazı sıvı billurlar, sıcaklık değiştikçe renk değiştirme özelliği taşırlar. Resimde (altta solda) böyle bir billur, deneme sırasında görülmektedir. Farklı renk bölgeleri, sıvının farklı sıcaklıklarda aldığı renkleri göstermektedir. Ortadaki mavi bölge en sıcaktır; kenarlara doğru sıcaklık düştüğünden, maviden yeşile, sarıya, turuncuya ve kırmızıya dönüşme olmaktadır. Bu sıvılar, endüstride ve başka alanlarda, sıcaklık göstergesi olarak kullanılır.

Tipik bir sıvı billurlu saat ekranı. (altta sağda)

Üç tür sıvı billur maddesi vardır. Üç türde de moleküller, uzun, yağlı ve saydam sosislere benzerler. Bu sosisler, mikroskopik büyüklüktedir ve sıvı billur özelliklerini göstermeleri için pek çoğunun biraraya gelmesi gerekir.

İlk tür billur olan *smetik*, en düzenli molekül yapılı olandır. Moleküller paralel tabakalar halindedir. Ayrıca, hem bir tabakadaki bütün moleküller birbirine paraleldir; hem de bütün tabakalardaki moleküllerin yönü aynıdır.

İkinci tür *nematik*te, moleküllerin uzun eksenleri birbirlerine paraleldir, ama komşu moleküllere göre, eksenleri boyunca herhangi bir konumu alabilirler. Böylece tabakadan çok, «tane»ler oluştururlar.

Üçüncü tür *kolesterik*de, her tabakada moleküller aynı yöne yönelmiştir; ama her tabaka, alttakine ve üsttekine göre hafifçe dönmüştür. Başka bir deyişle moleküller, büyük bir aralıkta paralel düzen üstüne bindirilmiş, sürekli bir eğik sıralanış gösterirler.

Bütün bu maddeler sıvı gibi akışkandır, ama çalışma sıcaklıklarına göre (—5 C ile +65 C), katı billurlara benzer optik özellikler gösterirler. Alt sıcaklık sınırı, maddenin katı halden sıvı hale dönüştüğü sıcaklıktır. Üst sıcaklık sınırıysa, sıvının billur özelliklerini yitirip herhangi bir sıvıya benzediği sıcaklığı belirler.

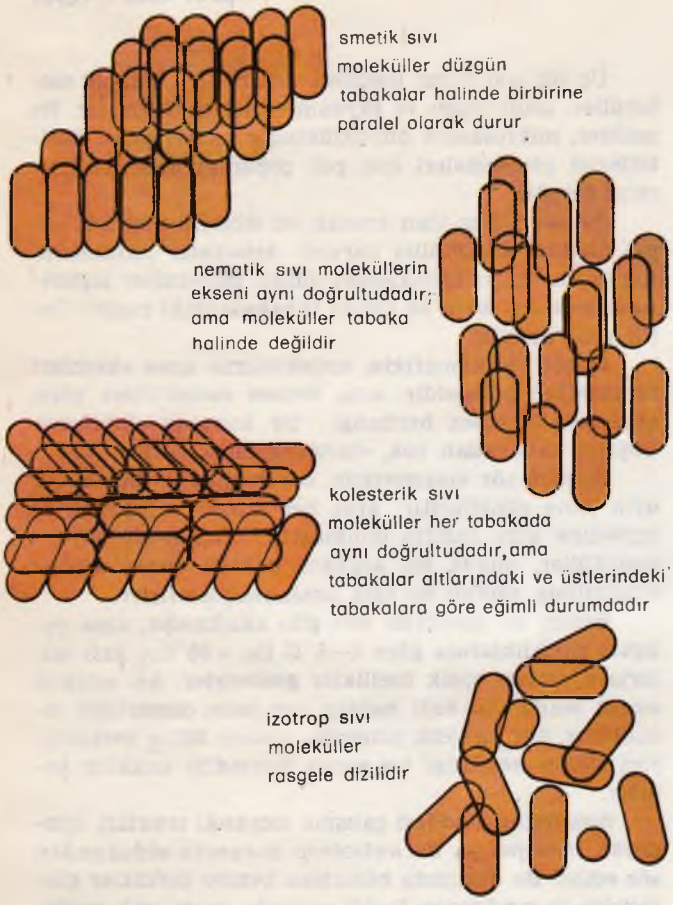
Sıvı billur maddesi çalışma sıcaklığı sınırları içindeyse, *mezofaz* ya da *anizotrop* durumda olduğundan söz edilir. Bu durumda billurlara benzer özellikler gösterirler ve maddeden farklı açılarda geçen ışık ışınlarını farklı derecede kırar ya da bükerler. Normal sıvılarsa *izotrop*turlar (her doğrultuda aynı özellikleri taşırlar) ve bu optik özellikleri göstermezler.

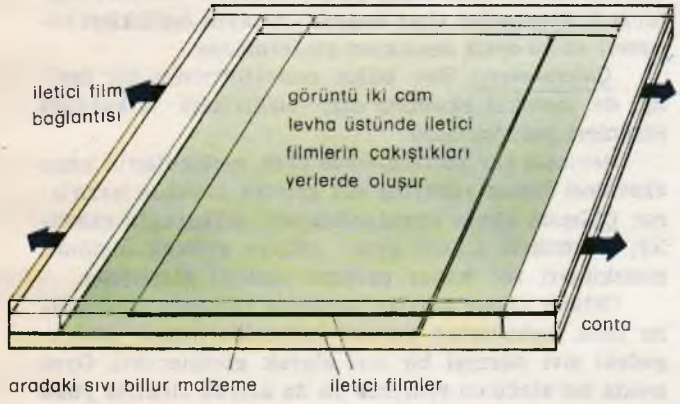
Çalışmaları: Sıvı billur moleküllerinin bir özelliği de, molekül eksenine dik, elektriksel ikikutuplu eksenleri bulunmasıdır.

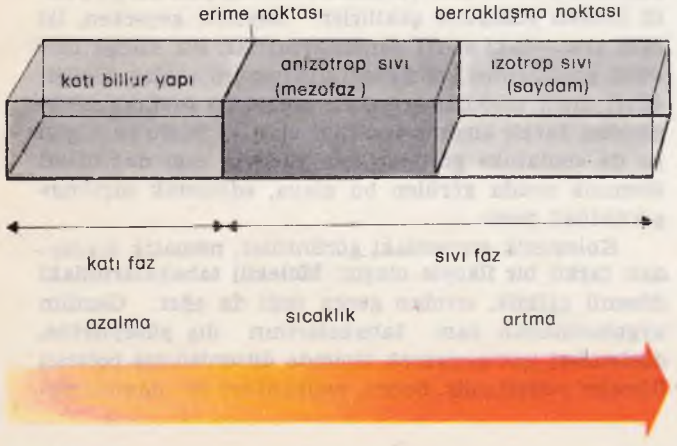
Nematik tür göstergelerde cam, moleküllerin uzun eksenleri camın yüzeyine dik gelecek biçimde hazırlanır. Çalışma akımı uygulandığında ikikutuplu eksenler, elektriksel alanla aynı çizgiye gelecek biçimde, molekülleri 90° kadar çevirme özelliği gösterirler.

Ortaya çıkan olaylar bununla kalsaydı, moleküller hâlâ birbirlerine paralel kalacaklarından, göstergedeki sıvı normal bir sıvı olarak görünecekti. Oysa sıvıda bir elektron yitirerek ya da alarak elektrik yükü kazanan serbest artı ve eksi iyonlar, uygun karşıt yüklü iletken yüzeylere çekilirler. Böylece, geçerken, iki cam arasındaki sıvıyı yansızlaştırırlar. Bu, küçük molekül gruplarının gelişigüzel dizilmesini sağlar. Gelişigüzel dizili molekül grupları, anizotrop özellikleri yüzünden, farklı kırılma indisleri olan ve buzlu cam gibi ya da «bulanık» görünen ara yüzlerle ışığı dağıtırlar. Nematik sıvıda görülen bu olaya, «*dinamik saçılma*» görüntüsü denir.

Kolesterik sıvılardaki görüntüler, nematik sıvılardan farklı bir ilkeyle oluşur. Molekül tabakalarındaki düzenli eğiklik, sıvıdan geçen ışığı da eğer. Gerilim uygulanmadan cam tabakalarının dış yüzeylerine, düzlemleri ışık geçirecek biçimde düzenlenmiş polarıcı filtreler yerleştirilir. Sonra, molekülleri 90° döndürme-







ye yetecek kadar küçük bir akım, gösterge alanından geçirilir. Bir polarıcı filtreden gelen ışık, öteki taraftaki polarıcı filtreden geçemez, böylece gözlemciye siyah görünür. Başka bir türdeyse, polarıcı filtreler bütün ışıkları engelleyecek biçimde düzenlenerek, 90°'lik bir eğimin net görüntü vermesi sağlanır.

Tipik bir gösterge: Nematik sıvılı dört rakamlı bir saat, 7,5 · 2,5 cm boyutlarında iki cam levha arasında, yedi çubukla çalışır. Camlar arasındaki sıvının kalınlığı 0,0025 cm kadardır. Camların kalınlığı, yeterli aralığı korumak ve sağlamlık sağlamak için en az 0,3 cm kadar olmalıdır.

Cam plakaların iç yüzeyleri, saydam bir iletken tabaka halindedir. Bu tabaka, özel olarak cam üstüne sırlanan ya da fırınlanan kalay oksittir.

İletken alanlara tek tek ekler de yapılabilir. Sözgelimi, cam levhaların, bir kenarları boyunca yapılan bir dizi temas bölgesiyle, temas yuvaları içine oturtulması sağlanabilir.

Göstergenin kenarındaki temas bölgesini, oluşturulacak görüntüye birleştiren iletken madde, ikinci levhada hiç bir iletken alanla çakışmayacak biçimde, cam levha üstüne yerleştirilmelidir. Yalnızca görüntü bölgelerinin, karşı levha üstünde birbirine bakan uygun bölümleri vardır.

Smetik sıvılar pek elverişli bulunmamaktadır. Kolesterik sıvıların kullanımı, nematik sıvıda anlatılanlara benzer biçimdedir. Ama bunlarda görüntü, polarıcı filtrelerle sağlanır.

Kullanım alanları: Sıvı billurlu göstergeler, SAYISAL OKUMA AYGITLARI gerektiren her tür aygıtta, lambalı ya da DİYOT'lu göstergelerin 1/1 000'i kadar bir enerjiyle kullanılmaktadır.

Sıvı billurlu göstergeler, aşırı ışıkta, hattâ doğrudan gelen güneş ışığında okunabilen tek elektronik gösterge çeşididir. Pilot kabinlerinde ve otomobillerde, geceleri sürücünün dikkatini dağıtmayacak, gündüzleri de rahatça görülecek görüntüler oluştururlar. Ayrıca, çok düşük güç ve ısıyla çalıştıkları için, tehlike yaratmadan madencilik ve kimya endüstrisinde, sözgelimi patlayıcı bir ortamda (metan ya da petrol buharı gibi) kullanılırlar.

Görüntüler, rakamlar ve harflerle sınırlandırılmamıştır. Termometre ve analog şekilli bir dizi eleman uyarılarak, noktalı matris şekilleri de oluşturulabilir.

Sıvı billurlu göstergeler, çalışma gerilimleri ve güç gereksinimleri çok düşük olduğundan, çağdaş metal oksitli yarıiletken teknolojisinde de (ENTEGRE DEVRELER'in gelişmiş biçimleriyle) kullanılmaya elverişlidir.

Soldaki çizimlerde yukardan aşağı doğru, sıvı billurların üç türünde molekül dizileri, tipik bir görüntü kesiti ve sıcaklıkla billurların hal değiştirmeleri görülmektedir.

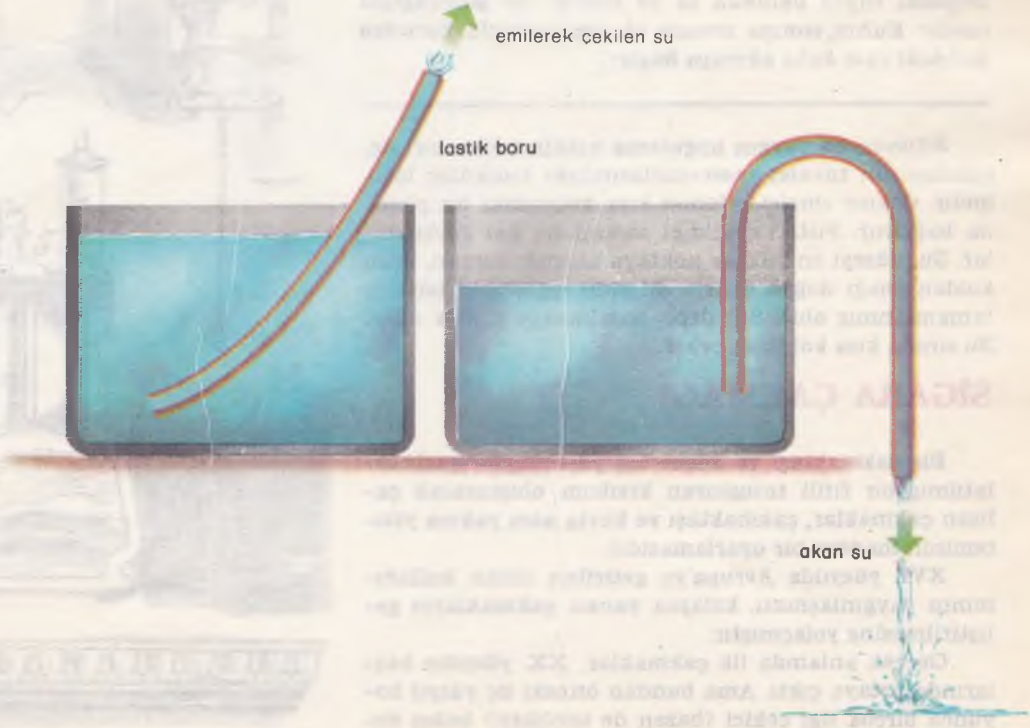
SİFON

Sifon, değişik uzunluklarda iki kolu olan bükülmüş bir borudur. Bu borunun işlevi, bir kaptaki suyu, daha aşağıdaki bir kaba aktarmaktır. Boruya, boşaltılmak istenen sıvı doldurulur ve kısa kol, dolu kaba daldırılır. Sifonun hareketi, boru uçlarındaki basınç farkına bağlıdır. Sıvının akışı daha alçak düzeye doğrudur. Bu akış, iki uçtaki düzeyler çakıştıkları zaman kesilir.

Basınç farkları: Sifonun nasıl çalıştığını anlamanın yalın bir yolu, sifonun en yüksek noktasındaki kıvrımın iki yanındaki sıvı sütunlarını göz önüne almaktır. Kısa kol tarafında basınç, atmosfer basıncından, bu koldaki sıvı sütununun yüksekliğine eşdeğer bir basınç çıkarıldığı zaman elde edilen değere eşittir. Aynı sonuç öteki kolda da geçerlidir. Ancak, uzun kolda sıvı sütununun yüksekliği daha büyük olduğundan, basınç daha düşüktür. Akış, yüksek basınçtan alçak basınca doğru olur. Ne var ki, kısa kolun uzunluğunun atmosfer basıncına eşit sıvı yüksekliğinden (su için yaklaşık 9 metre) daha büyük olmaması gerekir; çünkü sıvının bu yükseklikten daha yükseğe, pompalanmadan çıkmasına olanak yoktur.

Sifonlar, laboratuvarda kullanılanlardan, 0,5 m çapındaki ana su borularında kullanılanlara kadar değişen çeşitli büyüklüklerde olabilir. Büyük sifonlarda, boru içinde kalan havayı dışarı atmaya yarayan bir delik bulundurmak gerekir. Uzun sistemlerde, boru çeşitli eğimlerden geçtiği için, en alçak ve en yüksek noktalarda sıvı basınçlarında çok büyük farklılıklar olur. Bu yüzden, alçak noktalarda boru çapları geniş tutulur.

Sifonlar, evde şarap yapımında da kullanılır. (sağda üstte) Buradaki sifon, diptеki tortuyu yerinden oynatmadan, şarabı büyük şişeden çekmeye yarar. Sifon borusu, saydam plastikten yapılmıştır.



Bir su tankından su çekmek için, lastik bir boru, suyla doldurulur. (sağda altta) Borunun bir ucu suya daldırılır, öteki ucu da kapalı tutulur. Kapalı uç, tankın altına doğru bükülür.

Kahve yapımında kullanılan eski bir sifon. (üstte) Sağdaki kapta bulunan su ve kahve, bir gazocağıyla ısıtılır. Kahve, ısınma sonucu oluşan basınçla, borudan yandaki cam kaba akmaya başlar.

Sifonun en yaygın uygulama alanlarından biri de, günümüzün tuvalet rezervuarlarındaki kullanılış biçimidir. Çekme zinciri, sifonun kısa kolundaki bir pistona bağlanır. Piston çekildiği zaman bu kol suyla dolar. Su, düzeyi en yüksek noktaya ulaştığı zaman, uzun koldan aşağı doğru akar. Sifonun çalışması böylece tamamlanmış olur. Su, depo boşalıncaya kadar akar. Bu sırada kısa kol hava çeker.

SİGARA ÇAKMAĞI

Bir çakmaktaşı ve döner taş yardımıyla, gazla ıslatılmış bir fitili tutuşturan kıvılcım oluşturarak çalışan çakmaklar, çakmaktaşı ve kavla ateş yakma yönteminin modern bir uyarlamasıdır.

XVI. yüzyılda Avrupa'ya getirilen tütün kullanımının yaygınlaşması, kolayca yanan çakmakların geliştirilmesine yolaçmıştır.

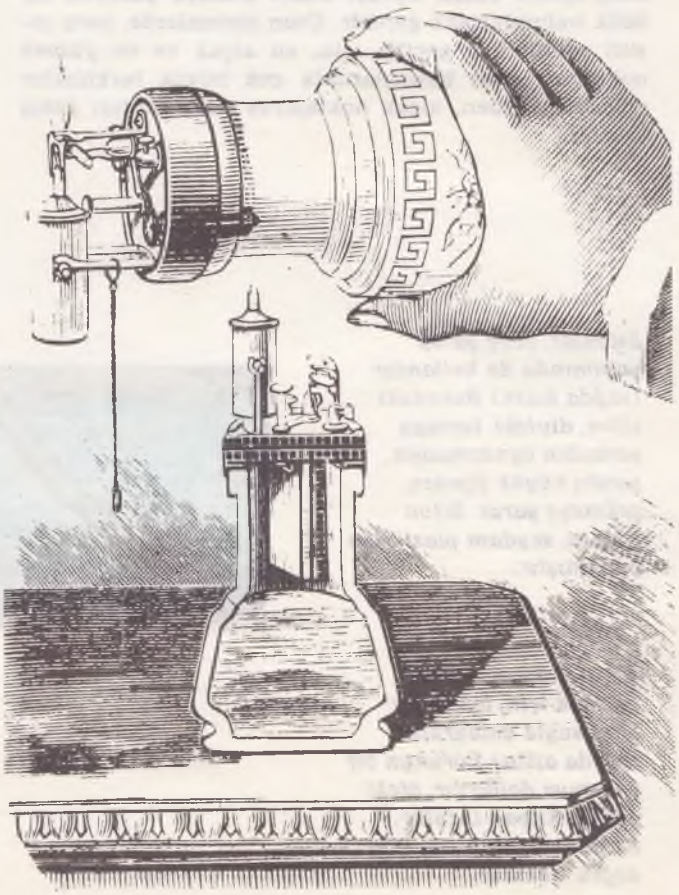
Gerçek anlamda ilk çakmaklar, XX. yüzyılın başlarında ortaya çıktı. Ama bundan önceki üç yüzyıl boyunca birçok ilgi çekici (bazen de tehlikeli) buluş denenmişti. Bunların bazıları, günümüzün oyuncak tüfeklerinde kullanılanlara benzer tüfek kapsülleriyle çalışıyordu.

Taşlı çakmaklar: Sigara çakmaklarında kullanılan çakmaktaşı, gerçek çakmaktaşı değil, seryumlu magnezyum ile demir alaşımıdır. Bu alaşım 1900 yıllarında Baron Auer von Welsbach tarafından bulundu ve ilk taşlı çakmak, von Welsbach'ın çalıştığı Treibach'ta (Avusturya) yapıldı. Bu çakmakta dönme hareketinden yararlanılmıyor, kıvılcımlar, çakmaktaşının aşındırıcı bir yüzeye sürtülmesiyle elde ediliyordu. İlk döner taşlı çakmaklar 1909'da ortaya çıktı. Manivelalı çakmaklarsa, 1920 yıllarında geliştirildi.

Yakıt: Sigara çakmaklarında günümüzde, ya petrolden türetilmiş çok yanıcı bir sıvı yakıt ya da sıvılaştırılmış bütan gazı kullanılır. Birinci tipte, yakıt, bir fitille depodan yukarı çekilir ve bir çakmaktaşından elde edilen kıvılcımlarla tutuşturulur. Çakmak kullanılmadığı zaman, fitil bir başlıkla kapatılır. Alevin yüksekliğiyse, fitilin uzunluğu değiştirilerek ayarlanır.

Bütan gazlı çakmaklar 1945'te ortaya çıkmıştır.

1883 yılından kalma bir elektrikli masa çakmağı. (altta) Aygıtın altında bir pil vardır. Bu bölüm eğilince, fitili yakan devre kapanır.

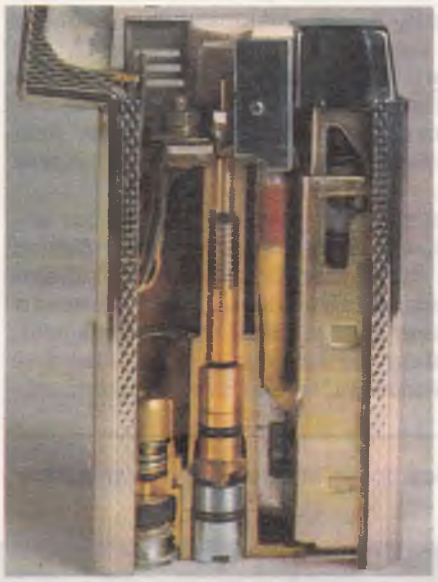


Temiz ve kokusuz alev veren bu çakmaklarda, biri depoyu doldurmak için tabanda ya da yanda, öteki de tepede yeralan iki supap vardır. Tepedeki supap ayarlanabilir. Gazlı çakmaklar, hem çakmaktaşıyla, hem de elektronik olarak ateşlenebilir.

Çakmağın tipine bağlı olarak, alev valfı, bir başlığın kaldırılmasıyla ya da bir manivelanın bastırılmasıyla (başparmakla döndürülen taşlı modellerde) açılır. Manivela mekanizmasıyla otomatik olarak açılan tipler de vardır.

Elektronik ateşleme: Elektronik ateşleme başlıca iki yolla gerçekleştirilir. Birinde, düşük gerilimli küçük bir pilden gelen akım, bir KONDANSATÖR'ü doldurur. Çalıştırma düğmesine basıldığı zaman, bir devre tamamlanır ve kondansatör, elektrik akımını yükseltici bir TRANSFORMATÖR üstünden boşalır. Transformatörün ikincil devresi, çalıştırma düğmesiyle aynı anda salınan gaz akımını ateşleyecek dar bir aralıktan atlayan, oldukça yüksek gerilimli bir kıvılcım oluşturur. Alev, düğmeye basıldığı sürece yanar.

İkinci yöntemde, piezoelektrik etkiden yararlanılır. Belirli tipte billurların karşıt uçları arasında, vurma ya da burma yoluyla bir gerilim indüklenir. Genellikle billurlaşmış bir kurşun bileşiği olan küçük billur bloğa, yayla kurulup, düğmeyle salıverilen bir horozla vurulur. Ortaya çıkan gerilim, pille çalışan türde oldu-

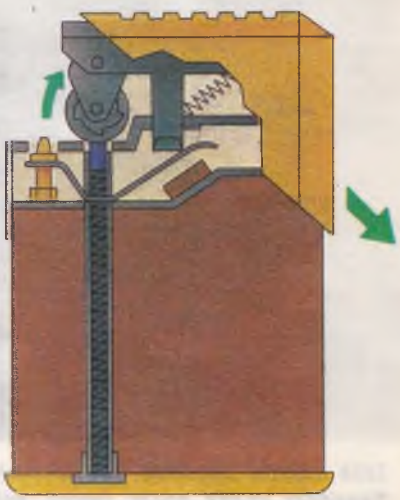


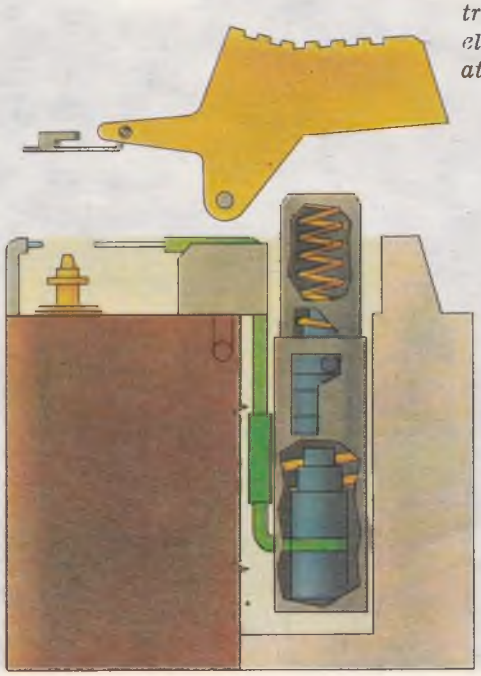
Modern bir gazlı çakmak. (solda üstte) Düğmeye basılınca gaz supabı ile başlık açılır ve billura vurulup bir piezoelektrik akım oluşturulur.

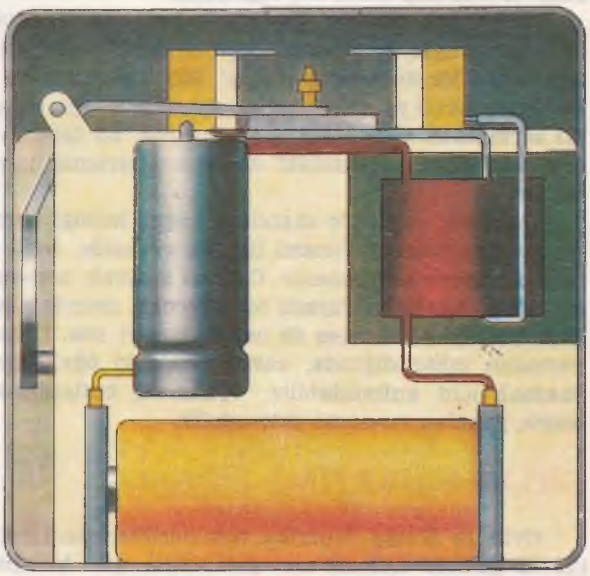
Piezoelektrik etkiyle çalışan elektronik ateşleme. (solda altta) Billura vurulduğu zaman oluşan gerilim, gaz memesi üstündeki aralıktan karşıya atlar.

Bir taşlı çakmak. (sağda üstte) Manivelanın bastırılması, gaz supabını yukarı kaldırır ve döner taşı çakmaktaşına sürtüp bir kıvılcım oluşturur.

Pille çalışan çakmak. (sağda altta) Düğmeye basılınca gaz memesinin kapağı yukarı kalkar ve kondansatör boşalır. Gerilim, transformatörle yükseltilir ve elektrotlar arasında bir kıvılcım atlar.







1823 yılında yapılmış bir çakmak. Tepedeki küçük adam figürü, kaldırıldığı zaman, kıvılcımı çakan fitil başlığını tutar. Yakıt olarak, asit içindeki metal parçalarından açığa çıkan hidrojen kullanılır.

ğu gibi, gazı ateşlemek için bir yarığın karşı tarafına akar. Kullanılan billur hiç tükenmez.

Taşıt çakmakları: Bu tip çakmaklar, taşıtların ön tablasındaki bir yuvada, normal olarak hafifçe boşta tutulan bir düğmeden oluşur. Sıkıca sarılmış bir nikel-krom şeridi ya da elektriğe dirençli başka bir metal sarmaldan oluşan bir elektrik öğesi, ön tablaya giren çakmağın arkasındaki ısı tutucu seramik tabana takılır.

Çakmak, yaylı bir mandala doğru itildiği zaman, otomobilin elektrik sistemi ile öğe arasında, hızla ısınan bir devre tamamlanır. Gerekli sıcaklık derecesine erişilince, sıcaklığa duyarlı bir düzenek, mandalı salıp, hem devreyi açar, hem de çakmağı geri iter. Çakmak yerinden çıkarıldığında, akkor haldeki öğe sigarayı yakmak için kullanılabilir. Çakmak, kullanıldıktan sonra, yeniden yuvasına yerleştirilir.

SİGARA ÜRETİMİ

Orta ve Kuzey Amerika Kızılderililerinin içtikleri tütün, Kristof Kolomb'un yolculuklarıyla Avrupa'ya getirilmiş ve tütün içme alışkanlığı kısa sürede dünyanın her yanına yayılmıştır.

İlk sigaralar elle sarılıyordu. Makinayla sigara üretimi konusunda ilk deney, 1872'de yapıldı. 1878 yılında da, dakikada 60 sigara üretebilen bir makina geliştirildi. A.B.D'nde 1881'de James Bonsack adlı bir öğrenci, günümüzde de yararlanılmakta olan temel sigara üretimi yöntemini buldu. Bonsack'in makinasında, içine tütün doldurulmadan önce kağıdı saran bir boru vardı. Bu makinayla önce uzun bir sigara çubuğu yapılıyor, sonra bu çubuk, belirli boylarda kesiliyordu.

Bonsack'in geliştirdiği aygıt, bir dakikada 200 sigara üretebiliyordu. Ama 1895'te, dakikada 450 sigara yapabilen Baron makinasının patenti alındı. Modern sigara üretim aygıtı, Baron makinasından geliştirilmiştir.

Tütün bitkisi: Tütün, günümüzde, kuzeyde İsveç'ten güneyde Yeni Zelanda'ya kadar, dünyanın birçok yerinde bulunan, çok dayanıklı bir bitkidir. Ama tropikal kökenli olması nedeniyle, ılıman iklimlerde daha kolay yetişir.

Tütün tohumu çok küçüktür. Yaklaşık bir çay kaşığı dolusu tohum, bir hektarı ekmeye yeterli fide ve 2,5 ton dolayında tütün yaprağı ürünü verir. Tohumlar ekildikten sonra, yataklar düzenli olarak sulanır ve 6-10 hafta içinde fideler, 15-20 cm boyunda olur. Bu boya gelen fideler tarlaya dikilir. Yapraklar 8-10 hafta sonra olgunlaşmaya başlar. Tütün olgunlaştık-

Tütün toplandıktan sonra kurutulur, balyalar haline getirilir. (altta)

ça, yapraklar tek tek toplanır. Genellikle, önce alttaki yapraklar toplanır.

Kurutma: Hasattan sonra tütün kurutulur. Kurutma yöntemi, tütünün özelliklerini büyük ölçüde etkiler. Tütün, güneşte, üstü kapalı açık yerlerde ya da özel kurutma odalarında kurutulabilir.

Bazı özel kokulu tütünler, dumanlı bir ortamda, odun ateşiyle kurutulur. Böylece tütün kokusunun niteliği, kullanılan odunun çeşidiyle belirlenir.

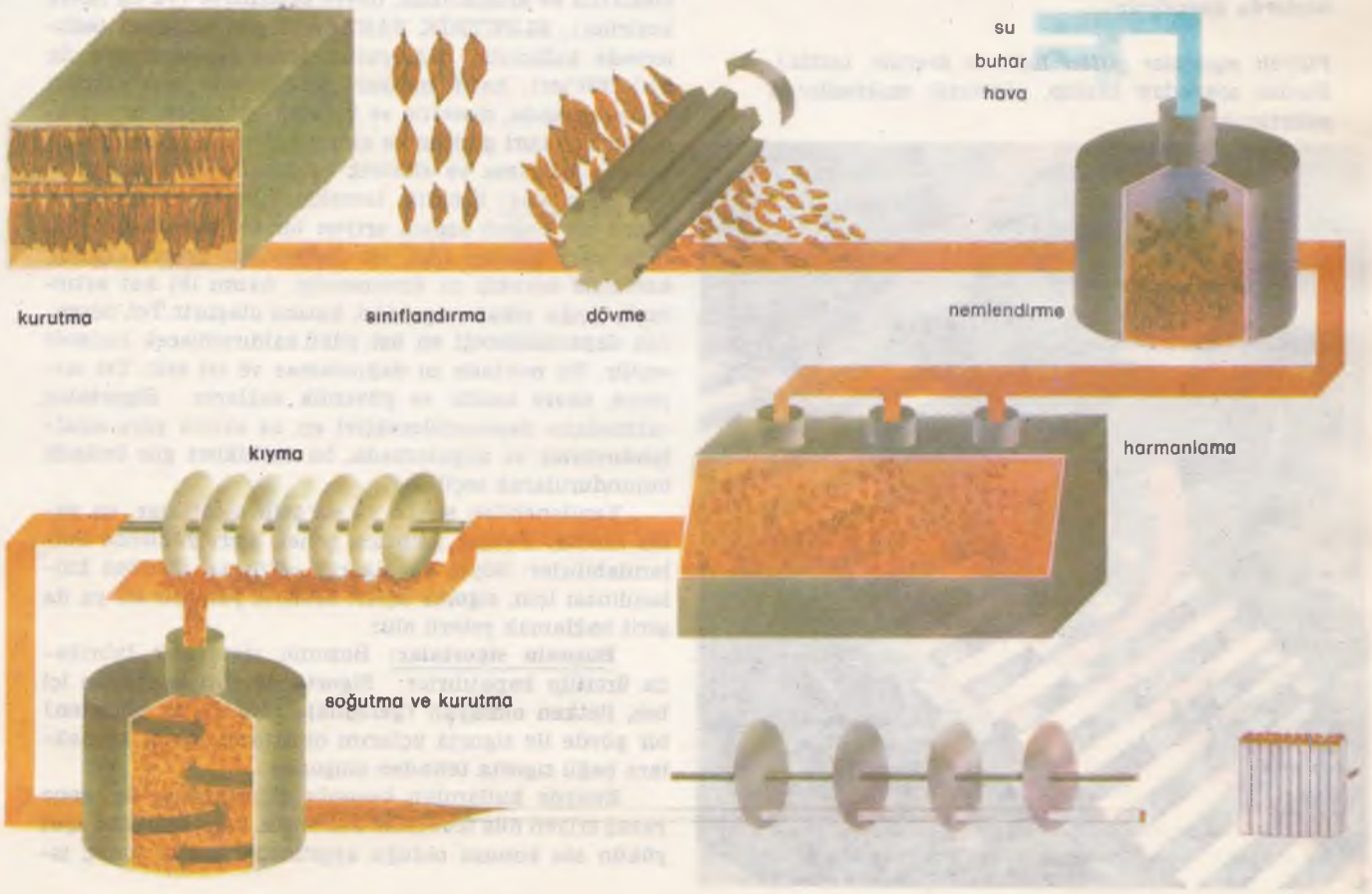
Dayanıklı tütünlerin çoğunda başvurulan güneşte kurutma yöntemi, 1,5 - 3 hafta arasında bir zaman alır. Güneşte kurutmada, yapraklar ipe dizilip asılır. Genellikle tütünler, kurutma işlemine başlanmadan önce, tarlalarda birkaç gün bırakılarak, nemleri önceden bir miktar giderilir. Dünyanın değişik yörelerinde yetiştirilen tütünler, değişik özellikler taşır. Bu yüzden sigaralar, genellikle çeşitli tütünlerin karışımından yapılır.

İşleme: İşleneceği tesise gelen tütün, kuru ve gevrektir. Bu yüzden, yumuşaması için, yapraklara denetimli sıcaklık ve nemde, su ile buhar püskürtülür. Başka bir yöntem de, tıpkı otoklav gibi çalışan bir bölmede tütünün, vakum-buhar çevrimiyle nem almasını sağlamaktır.

Bundan sonraki işlem, sapı yapraktan ayırmaktır. Bu, normal olarak, bir dövme makinasında yapılır. Bazen fabrikaya önceden dövülmüş tütün gelir. Sap çıkarıldıktan ve nem içeriği uygun düzeye getirildikten sonra, yaprak, makinayla uzun parçalara kıyılır.

Bir Amerikan fabrikasında elle sigara yapan kadınları gösteren 1875 yılından kalma gravür. (üstte)

Sigara üretimi. (altta) Tütün yaprağı dumanlı ortamda kurutulur, sınıflandırılır ve yaprakların orta damarının alınıp ufaltılması için dövülür. İşleme zamanı gelince, yapraklar nemlendirilip harmanlanır. Kıyıldıktan sonra da kurutulup soğutulur. Sigara, kesintisiz bir çubuk halinde yapılıp, sonradan kesilir.



Sigaralar genellikle dünyanın birçok yöresinde yetişen tütünlerden oluşan harmanlardan yapılır. Değişik çeşitler, resimde (üstte) görülene benzer büyük silolarda karıştırılır.

Filtreli sigaralar çiftler halinde üretilir. (altta) Bunlar sonradan kesilip, otomatik makinalarda paketlenir.

Ardından karışım depolanır ve gerekince sigara üretim makinalarına verilir. Bu makinalar, bir dakikada 4 000 sigara yapar.

Makinaya verilen tütün, sıkıştırılarak boru biçimine sokulur. Sigara kağıdı, üretim makinasına bobinler halinde takılır. Kağıt, otomatik olarak basılır, tütünün çevresine sarılır ve yapıştırılır.

Sigara kağıdı, arı selülozdan yapılan ince bir kağıttır. Niteliği, gerilme direnci, gözenekleri ve rengiyle belirlenir. Direnç ve gözenek miktarı sigaranın tadını, renk ise görünüşü etkiler. Kağıt, kola ve dekstrinle yapıştırılır.

Aynı makinada sigaralara filtre de takılır. Filtreler selüloz asetattan yapılır. Makinada iki sigara bir arada üretilir. Bunlar sonradan kesilir ve otomatik olarak paketleme bölümüne aktarılır.

Sigara paketleme makinaları normal olarak 10-20 sigaralık paketler yapar. Ancak 25'lik, 50'lik ve 100'lük paketler de üretilebilir. Sigaraları çeşitli iklim koşullarından koruma amacıyla, paketlerin üstüne ince metal yapraklar, selofan ve polipropilen sarılır.

SİGORTALAR VE DEVRE KESENLER

Sigortalar ve devre kesenler, aşırı gerilim ve akımları önleyerek elektrik devrelerini hasardan kurtaran öğelerdir. Sigortalar, endüstride küçük aygıtlarda ve elektrikli ev araçlarında, devre kesenlerse (ya da devre kesiciler), ELEKTRİK SANTRALI gibi endüstri tesislerinde kullanılır. Minyatür devre kesenler (ya da ŞALTER'ler), hafif endüstri tesislerinde ve elektrikli ev araçlarında, denetim ve koruma işlemlerinde yararlı olurlar; aşırı gerilim ve akımlar sonucu ortaya çıkan yangın, patlama ve elektrik çarpmalarını önlerler.

Sigortalar: Sigorta, temelde, içinden geçen akım belirli bir değeri aşınca eriyen bir tel parçasıdır. Burada yararlanılan ilke, bir iletkenden geçen akımın, karesiyle orantılı ısı üretmesidir. Akımı iki kat artırmak, açığa çıkan ısıyı dört katına ulaştırır. Tel, devrenin dayanabileceği en üst yükü kaldırabilecek biçimde seçilir. Bu noktada ısı dağıtılamaz ve tel erir. Tel eriyince, devre kesilir ve güvenlik sağlanır. Sigortalar, «atmadan» dayanabilecekleri en az akıma göre sınıflandırılırlar ve uygulamada, bu özellikleri göz önünde bulundurularak seçilirler.

Yenilenebilen şeritli ya da telli sigortalar, en yalın türdür. Bunlar yalnızca genel, aşırı yüklerde kullanılabilirler. Böyle bir sigorta «atınca», yeniden kullanılması için, sigorta uçları arasına yeni bir tel ya da şerit bağlamak yeterli olur.

Buşonlu sigortalar: Buşonlu sigortalar fabrikada üretilip kapatılırlar. Sigorta öğesini kapsayan içi boş, iletken olmayan (genellikle cam ya da porselen) bir gövde ile sigorta uçlarını oluşturan metal kontaklara bağlı sigorta telinden oluşurlar.

Evlerde kullanılan buşonlu sigortalarda da, gene yavaş eriyen düz tel öğeler kullanılır. Ama özellikle aşırı yükün söz konusu olduğu aygıtlarda, çabuk sonuç is-

tendiğinde, bu öğelere özel biçimler verilir. Buşonun uçlarına bağlı olan öğe uçları, normal kullanımla oluşan ısıyı çekmeleri için geniş yapılır. Bu geniş kesimler arasında, akım yükselmesinde eriyen bir ya da birkaç dar bölüm bırakılır. Dar bölümler ne kadar ince ve kısa tutulursa, aşırı yüke tepkileri de o kadar hızlı olur. Ancak, dar bölüm eriyince sigortanın ark yapma olasılığı bulunduğu için, söz konusu bölümleri çok kısa yapmak da sakıncalıdır.

Söz konusu sakıncanın üstesinden gelmenin bir yolu, kalın kesimlerle ayrılmış pek çok dar bölüm yapmaktır. Böylece, aşırı yük durumunda, birden çok bölüm yanarak «atar». Başka bir teknik de, teli bir tozla (genellikle kuvars gibi bir silis dioksit) kaplamaktır. Tel eridiğinde, metal buharı oluşur ve bu buhardan bir kıvılcım atlar. Ancak, bu süreçte oluşan ısı, buhar ile toz arasında bir kimyasal tepkime oluşturur ve bunları kaynaştırarak arkı söndüren yüksek dirençli (yalıtıcı) bir madde ortaya çıkarır.

Devre kesiciler (disjonktörler): Devre açma kuramı, devre kesicinin değme noktaları ayrıldığında oluşan arkı giderme gereksiniminden doğmuştur. Ark sürdükçe, akım da geçmeyi sürdürür. Ayrıca, değme noktaları üstünde, arkın yolaçtığı bir bozulma ortaya çıkar.

Şehir şebekeleri alternatif akımlı olduğu için, alternatif akım devre kesicileri en sık kullanılan çeşitlerdir. Bu kesicilerde, her çevrimin iki katında (şebeke frekansının 50 Hz olduğu durumda, bir saniyenin 100 katı) akımın sıfır olması olgusundan yararlanılır. Bu noktada ya da bu noktalar yakınında kesilmeler, arkları önlemeye yardımcı olur. Kesilme ancak, ark aralığının direnci, değme noktaları arasında yeni bir ark oluşturacak gerilimi önleyecek düzeydeyse tamdır.

Devre kesicinin harekete geçmesine yolaçan kusur, koruyucu RÖLE'lerle saptanır. Bunlar genellikle, alternatif akım şebekesinin yarım çevrimi içinde herhangi bir hatalı işlem sırasında hızla devreye girerler. Bu da, yüksek gerilimli sistemlerde devreyi iki ya da üç çevrim içinde kesmesi gereken devre kesiciyi harekete geçirir.

Devrenin bütünüyle kesilme hızı, değme noktalarının ayrılma hızına, değen çiftlerin sayısına, akım ile gerilim arasındaki ilişkiye ve kullanılan ark denetim aygıtının tipine bağlıdır. Devre kesiciler, oluşan arkı yok etme biçimlerine göre adlandırılırlar. Hava, yağ, hava püskürtme (basınçlı hava), kükürt heksaflüorür ve vakum temeline göre çalışan devre kesiciler vardır.

Havalı devre kesicilerin («boynuzlu devre kesici» de denir) değme noktaları yataydır ve daha önce kurulmuş bir yay tarafından hızla açılır. Ayrılan uçlar arasında oluşan ark, yukarı, bir ark oluğuna doğru yükselir ve boyu uzar. Böylece, uçlar arasındaki gerilim tarafından beslenemeyecek hale gelir. Bazı sistemlerde, ark, bir elektromıknatıs tarafından oluşturulan magnetik alan tarafından yukarı çekilir. Bu devre kesiciler, 415 volt-3,3 kV sınırları arasında kullanılır.

Yağlı devre kesicilerde yağ, arkı söndürmek ve yalıtkan bir ortam yaratmak için kullanılır. Uçlar, yağ dolu küçük bir odacıkta yeralır. Değme bozulduğunda

Rotterdam'da (Hollanda) bir istasyona kurulan 150 kV'luk hava püskürtmeli devre kesici. (üstte) Bu tipler, 4 000 ampere kadar yük taşıyan devrelerde kullanılırlar. Kesiciler, mekanik olarak cam elyafı çubuklarla çalıştırılır. Uçların ayrılma hızı 50 Hz'lik bir şebekede yalnızca 2,5 çevrimlik bir zaman alır.

Yağlı devre kesici. (altta) Bu tiplerin yerini, hava püskürtmeyle çalışanlar almaktadır.

oluşan ark (şiddetli bir ısı oluşturur), çevresindeki yağı iter ve yüksek basınçta gazlar ortaya çıkar. Alternatif akım çevrimleri sırasında akım sıfır noktasına girdiğinde, bu gazlı ark yolu, değme noktalarını arktan koruyarak, yalıtıcı yağla dolar. Ortaya çıkan gazlar yanıcı olduğu için, yağın arı ve oksijensiz olması gerekir. Yağlı devre kesiciler 3,3 kV ile 330 kV arasında kullanımla sınırlandırılmışlardır.

Hava püskürtmeli devre kesenlerde, uçlar ayrıldığında oluşan arkı söndürmek için, yüksek basınçla sıkıştırılmış hava kullanılır. Bu hava akımı, kapalı bir bölmede arkı söndürür ve uçların hızla ayrılmasıyla yeniden oluşmasını önler. Hareketli bölümlerin küçük

ve hafif yapılmasıyla, hızlı ayrılma sağlanır. Gerilim aralığı 11 kV-750 kV'tur.

Kükürt heksaflüorür (SF_6), çok yüksek yalıtıcı özellikleri olan bir asal gazdır. Uçlar, gazı yüksek basınç altında tutan bir hazne içinde yeralır. Uçları çevreleyen ark, denetim aygıtı değme noktalarını bir SF_6 akımına uğratır ve arkı söndürür. Gerilim aralığı 33 kV-400 kV'tur.

Vakumlu devre kesicilerde, çalışma gerilimine göre birkaç eş birim seri olarak bağlanmıştır. Hareketli değme uçları, boş bir körük bölmesine takılıdır. Ayrılma, körüğe gelen dış güçle elde edilir. Vakum, arkın oluşmasını önler. Gerilim sınırları 11 kV-132 kV'tur.

Küçük devre kesiciler (termik şalterler): Bunlar, küçük endüstri motorlarının ve ev devrelerinin denetiminde kullanılırlar. Alternatif akım şebekesi hiç bir zaman tam sinüs biçiminde değildir. Zararsız (geçici) aşırı yük durumları sık sık oluşur. Termik şalterler, bunlara karşılık vermeyecek biçimde düzenlenmelidir. Küçük, ama sürekli yüklenmelerdeyse, termik şalter harekete geçmeli ve kısa devre durumlarında olduğu gibi aşırı yükler, hızla engellenmelidir.

Geçici yüklenmelere duyarlılık süresini biraz uzatmak için, bimetal şerit kullanılabilir. Bunlar, hafif ama sürekli yüklere duyarlıdır. Yüksek akım yüklerine hızla yanıt almak, ancak devreyi kesen bir elektromıknatısla sağlanır.

SİKLOTRON Bk. TANECİK HIZLANDIRICILARI

SİLAHLAR, ÖLDÜRÜCÜ OLMAYAN

Sokak gösterilerine karşı kullanılan silahların sayısında ve çeşitlerinde sürekli bir artış görülmektedir. Bu tür gösterileri denetleme amacıyla geliştirilen teknolojide temel amaç, bu olaylara karışanları, onlara kalıcı bir zarar vermeden durdurmaktır.

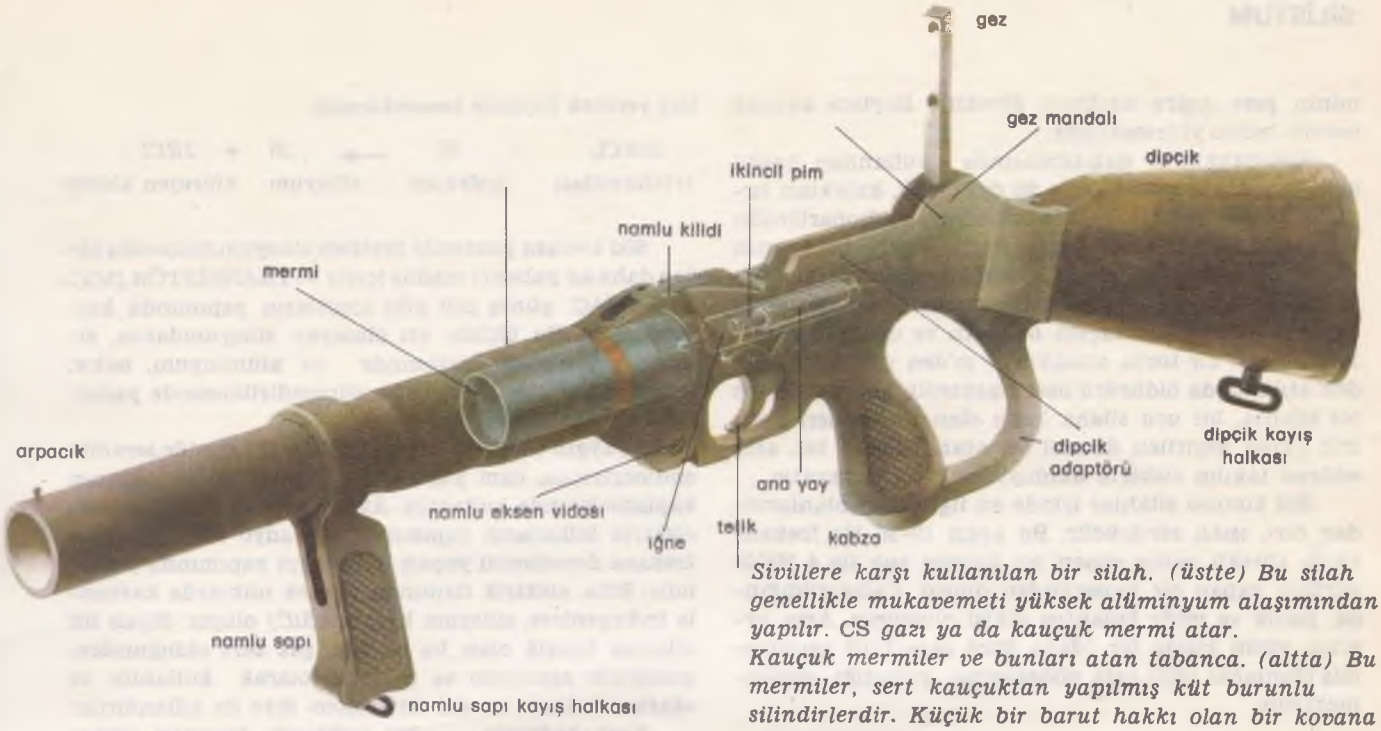
Gazlar: *CS* (klorasetofenon) gazı, bu amaçla kullanılan yeni gazlar arasında, günümüzde en iyi tanınanıdır. İngiltere'de geliştirilmiş ve göz yaşartıcı gazın yerine kullanılmaya başlanmıştır. *CS* gazı, grimsi beyaz bir gazdır. El bombası ya da kutular içinde ateşlenip atılır ya da püskürtülür. İngiliz ordusu, 1970 yılına kadar Kuzey İrlanda'da 12 500 *CS* gaz mermisi kullanmıştır. *CS* gaz mermileri, standart 38 mm'lik tabancalarla ve menzili 100 m olan tüfeklerle atılır. Mermi, atıldıktan yaklaşık iki saniye sonra, 5-25 saniye kadar çevreye gaz yayar.

Gazı geliştiren araştırmacıların aldıkları patentte belirtildiğine göre, *CS* gazı gözlerde ağrı, gözyaşı ve gözkapaklarında kasılmalar, ayrıca, burunda, boğazda ve göğüste yanma oluşturmakta ve bir süre sonra da boğulma duygusu vermektedir. Soluk almak olanaksız değildir, ama soluk alınırken çok acı çekilmektedir. Patentte, *CS* gazı etkisinin kalıcı olmadığı belirtilmektedir. Ama Kuzey İrlanda'dan alınan raporlara göre, gaz, özellikle çok gençlerde, yaşlılarda ve hastalarda, baygınlığa, solunum yolları rahatsızlıklarına ve akciğerlerde bozunlara yolaçmakta, yoğun miktarda alındığındaysa öldürücü olabilmektedir.

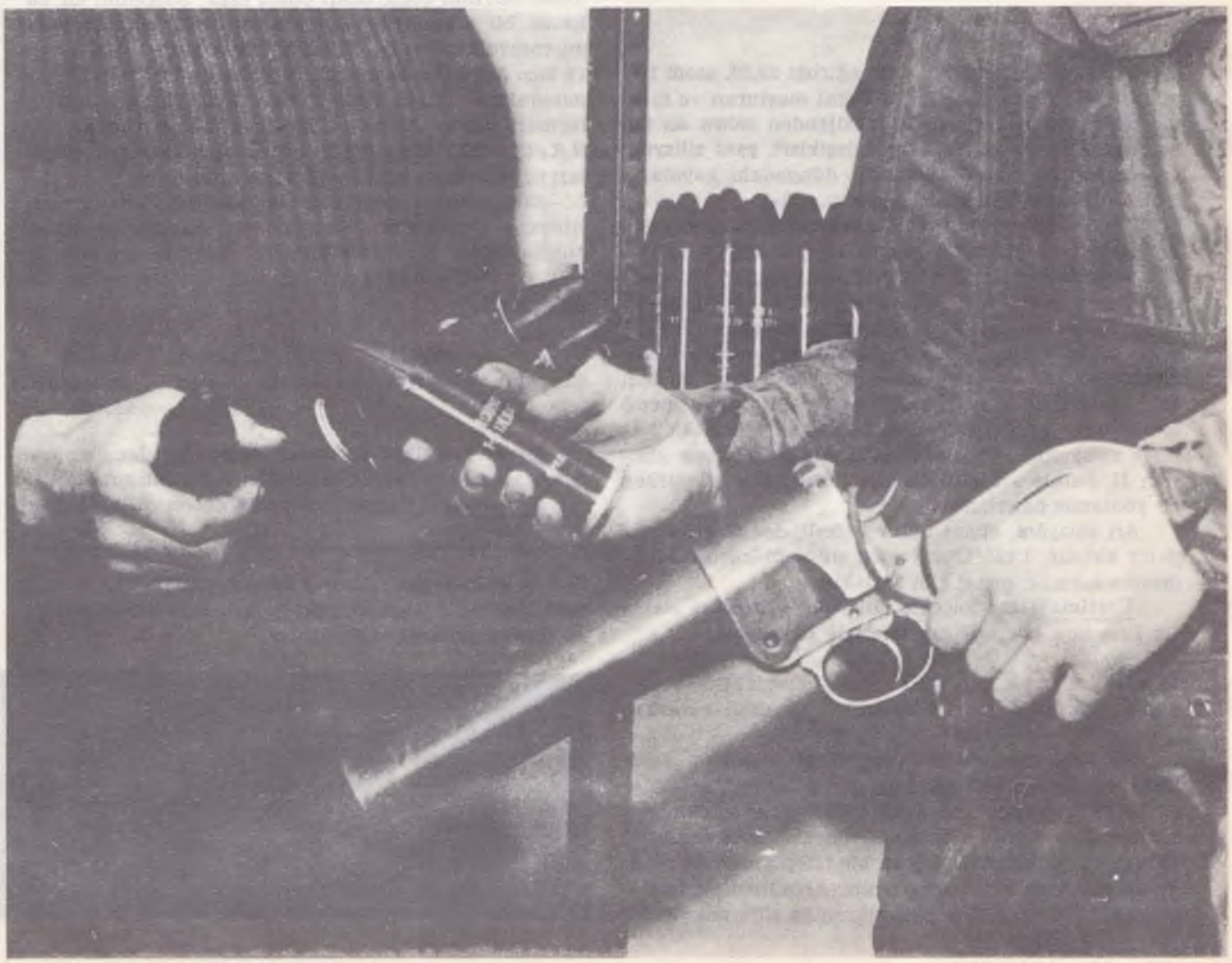
Yakın bir gelecekte, «*CR*» diye tanımlanan bir gazın, *CS* gazının yerini alacağı açıklanmıştır. *CR* gazı su içinde eriyebildiğinden, su toplarıyla püskürtülmekte ve köpük haline getirilip, engel biçiminde kullanılabilmektedir. *CR* (dibenzoksazepin) gazı, gözleri, deriyi, burun ve boğaz dokularını tahriş etmektedir. Bilim adamları, oldukça etkin olan bu kimyasal maddenin uzun süreli etkilerinin, henüz tam anlamıyla bilinmediğini açıklamışlardır.

Öteki silahlar: Aynı amaçlarla kullanılan başka bir silah da, kauçuk mermilerdir. Bu mermilerin kullanılmasına, 1958 yılında, polisin Hong Kong'da gösteri yapan kalabalıklar üstüne tahta mermiler atmasıyla başlandı. Kauçuk mermiler ilk kez 1970'te Kuzey İrlanda'da Amerikan Federal tabancasıyla (ya da işaret tabancası) atıldı. 142 gram ağırlığında olan bu kauçuk mermilerin hızı, saatte 257 km'dir. Ama mermiler çok dengesiz olduğundan, bunlarla 18 m uzaklıktaki 1,8 m genişliğinde bir hedefi vurmak bile güçtür. Ordu atış kurallarına göre, kauçuk mermilerin 23 m'den yakından atılması yasaklanmıştır ve ateş edilirken mer-

Bir sokak gösterisinde, su topunu göstericilerden birine doğrultmuş zırhlı kamyon. (altta) Su topu, temelde, yüksek basınçlı su püskürten bir hortumdur.



Sivillere karşı kullanılan bir silah. (üstte) Bu silah genellikle mukavemeti yüksek alüminyum alaşımından yapılır. CS gazı ya da kauçuk mermi atar. Kauçuk mermiler ve bunları atan tabanca. (altta) Bu mermiler, sert kauçuktan yapılmış küt burunlu silindirlerdir. Küçük bir barut hakkı olan bir kovana yerleştirilmişlerdir.



minin yere doğru sıkılması gerekir. Böylece kauçuk mermi, hızını yitirmektedir.

Kalabalıkların dağıtılmasında kullanılan başka bir aygıt da, 350 watt güçle 90 desibellik, kulakları tırmalayan bir ses çıkaran taşınabilir bir hoparlördür. Ne var ki, A.B.D'ndeki Ulusal Bilim Vakfı, bu aygıtın işitme duyusuna kalıcı zarar verebileceğini açıklamıştır. «Şok tabancası» diye tanımlanan başka bir silah da, içinde 227 gram saçma bulunan ve dönerek giden, 10 cm çaplı bir torba atmakta, 6 m'den yakın mesafeden atıldığında öldürücü olabilmektedir. Daha gelişmiş bir silahsa, bir ucu silaha bağlı olan ve içinden elektrik akımı geçirilen dikenli tel atar. Dikenli tel, ateş edilene takılıp elektrik akımıyla şok etkisi yaratır.

Söz konuşu silahlar içinde en ilgi çekici olanlarından biri, *ışıklı sürücü*dür. Bu aygıt 10-30 Hz frekansında sürekli yanıp sönen bir kırmızı ışık ile 4 Hz'de gürültü yapan bir hoparlörden oluşur. Çalıştırıldığında, panik ve mide bulantısı etkisi oluşturur. Ama aygıtın, yirmi kişide bir (daha önce sara krizi geçirmemiş olanlarda bile) sara nöbetlerine yolaçtığı söylenmektedir.

SİLİSYUM

Silisyum (simgesi *Si*, atom ağırlığı 28,09, atom numarası 14), yerkabuğunun % 25'ini oluşturan ve miktar bakımından yeryüzünde oksijenden sonra en bol bulunan elementtir. Silisyum bileşikleri, yani silisyum ve oksijenden oluşan silikatlar, dünyadaki kayaların % 95'inin ana bileşenlerini oluştururlar.

Her yerde görülmesine karşılık, silisyum, doğada arı halde bulunmaz. En yaygın bileşiği silisdir *(SiO_2)*. Silis doğada kuvars ve kum halinde bulunur. İlk araştırmacılar, silisin bir element olduğunu düşünmüş ve atom bileşimini belirlemeye çalışmamışlardı. 1787 yılında LAVOİSİER, silisin henüz bulunmamış bir elementin oksidi olabileceğini ileri sürdü. Ama bu tezi 1823 yılında, ilk kez, arı olmayan bir silisyum elementi örneği hazırlayarak, Berzelius kanıtladı. Arı, billur halinde silisyumsa, ilk olarak 1854 yılında, Fransız kimyacı H. Sainte - Claire Deville tarafından geliştirilen bir yöntemle hazırlandı.

Arı silisyum, elmas billur kafesli, donuk gri renkli bir katıdır. 1 420°C'ta eriyen silisyum, metal olmamasına karşılık, metal gibi parlaktır.

Üretim: Ticari ölçekte silisyum, silisin bir elektrik fırınında kömürle işlenmesiyle hazırlanır:

$$SiO_2 + 2C \longrightarrow Si + 2CO$$

silis — karbon — silisyum — karbon monoksit

Bu yolla üretilen silisyum, % 98 oranında arıdır. Söz konusu oran pek çok alan için yeterlidir, ama YARIİLETKEN yapımı için daha arı silisyum gerekir. Yarıiletkenler için, silisyum, önce «triklorosilan»a *($SiHCl_3$)* dönüştürülür. Uçucu bir bileşik olan bu madde, damıtılarak arı hale getirilir. Arılaştırılmış triklorosilan, 1 200°C'ta hidrojen ortamında silisyum çubukları verecek biçimde bozundurulur:

$$SiHCl_3 + H_2 \longrightarrow Si + 3HCl$$

triklorosilan — hidrojen — silisyum — hidrojen klorür

Söz konusu yöntemle üretilen silisyum, milyonda birden daha az yabancı madde içerir ve TRANSİSTÖR, DOĞRULTMAÇ, güneş pili gibi aygıtların yapımında kullanılabilir. Bu ölçüde arı olmayan silisyumdansa, silikon polimerleri üretiminde ve alüminyum, bakır, magnezyum gibi metallerin güçlendirilmesinde yararlanılır.

En yaygın silisyum bileşiği, silistir. Bu madde, seramik endüstrisinde, cam yapımında, metalürji fırınlarının kaplamalarında kullanılır. Ayrıca kuvars olarak, piezoelektrik billurların yapımında ve radyo osilatörlerinin frekans denetimini yapan billurların yapımında yararlıdır. Silis, elektrik fırınında yüksek miktarda karbonla indirgenirse, silisyum karbür *(SiC)* oluşur. Siyah bir billursu bileşik olan bu madde, çok sert olduğundan, genellikle aşındırıcı ve parlatıcı olarak kullanılır ve «karborundum» ya da «kristolon» diye de adlandırılır.

Yerkabuğunda bol miktarda bulunan silikat minerallerinin çoğu, ticari önem taşır. Sözgelimi kil, su içeren bir alüminyum silikata, ASBEST bir kalsiyum magnezyum silikata, mikaysa potasyum, alüminyum ve bazı durumlarda magnezyum içeren bir grup silikat mineraline verilen addır. Bazı silikatların kimyasal formülü vardır (sözgelimi bir tip mika olan *muskovit: $H_2KAl_3[SiO_4]_3$)*, ama büyük çoğunluğu, karmaşık yapıları nedeniyle bu biçimde gösterilemez.

Elementlerin doğrudan bileşimiyle oluşturulan silisyum tetraklorür *($SiCl_4$)*, nemli havaya çıkarıldığında yoğun, beyaz bir duman salar ve amonyakla *(NH_3)* birleştiğinde, askeri alanda kullanılan bir sis perdesi ortaya çıkarır:

$$SiCl_4 + 4NH_3 + 2H_2O \longrightarrow SiO_2 + 4NH_4Cl$$

silisyum tetraklorür — amonyak — su buharı — silis — amonyum klorür

Sis perdesi, ikisi de beyaz billurlu katılar olan silis ve amonyum klorür taneciklerinden oluşur.

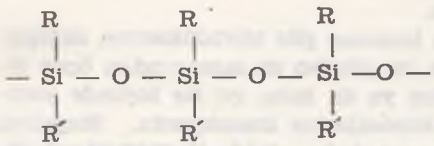
Silikonlar: Silikon polimerleri, son yıllarda ge-

Silikon polimeriyle işlenmiş kumaş, sugeçirmez hale gelir. (altta) Silikonlar, yüksek sıcaklığa dayanıklılık gerektiren yerlerde kullanılırlar.

Yarıiletkenlerin yapımında kullanılan bir silisyum çubuğu. (solda)

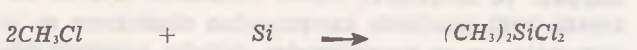
Bir tip mika olan muskovit, silisyum içeren bir mineraldir. (sağda) Mika, elektrik endüstrisinde yalıtkan malzeme olarak çok miktarda kullanılmaktadır.

liştirilmiş en önemli bileşik gruplarından biridir. Bu polimerler, organik polimerlere benzerler. Ama karbon atom zincirlerine değil, silisyum ve oksijen atomları zincirlerine dayanırlar. Her silisyum atomuna, iki organik grup, genellikle *metil* grupları (—CH_3) bağlanmıştır. Silikon polimer molekülü şu biçimde yazılır:

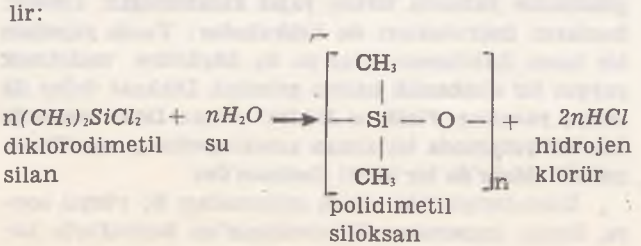


Burada *R* ve *R'*, organik grupları göstermektedir. Sıvı, plastik ya da kauçuk olabilen bu polimerler, çok iyi yağlayıcı özellikler taşımalarının yanı sıra, yükseltgenmeye karşı dayanıklı ve yüksek ısılarda kararlıdırlar. Çok yüksek ya da çok düşük sıcaklıklarda kullanılan makina yağları, genellikle silikon polimer temellidir. 300-500°C'a dayanıklı bazı plastik kaplamalar da aynı temele göre yapılırlar. Silikonlar genellikle çok iyi elektrik yalıtkanlarıdır.

En yaygın silikonlardan biri, *polidimetil siloksan*dır. Formülü, yukardaki formülde *R* ve *R'* yerine metil grubu konularak elde edilen bu silikon, silisyumun, bakır ve bakır oksit içeren bir katalizör varlığında metil klorürle (CH_3Cl) işlenmesiyle elde edilir. İşlem sonucu ortaya çıkan karışımın en önemli bileşeni *diklorodimetil silan*dır ($[CH_3]_2SiCl_2$):



Bu bileşik, öteki ürünlerden damıtmayla ayrılır ve sonra, dikkatli bir hidroliz tepkimesiyle polimerleştirilir:



«*n*» harfi, değeri tepkime koşullarına bağlı olan bir sayıyı göstermektedir. Silikon kauçuğu, bu tip bir polimerin toz halinde silis ve bir düzeltici peroksit bileşiği ile karışmasından oluşmaktadır. Peroksit, kauçuk vulkanizasyonunda sülfürün yaptığı gibi, bir çapraz bağlantı etkisi yapar ve yandaki polimer zincirleri içinde bulunan silisyum atomları arasında, oksijen atomlarından ya da dimetilen gruplarından oluşan (—CH_2CH_2—) bağlantıları sağlar.

Silikon kauçuğu, insan bedeni tarafından kabul edilen birkaç maddeden biri olduğundan, yapay kalp kapakçıkları gibi parçaların üretiminde kullanılır. Silikon kauçuğu ayrıca, geleneksel bileşimlerin etkisiz kaldığı yerlerde kullanılan yapıştırıcı ve örtücü bileşiklerin temelini de oluşturmaktadır. Bu tür yapıştırıcılar, çok güçlü, sugeçirmez bağlantılar oluşturur ve çerçevesiz akvaryum gibi malzemelerin yapımında kullanılırlar.

SİMYA

Simya, temel metalleri altına dönüştürmeyle ve bir hayat iksiri bulmayla ilgilenen bir sözde bilimdi. İ.S. I. yüzyıldan XVII. yüzyıla kadar, metal işçilerinin, din adamlarının, doktorların, kralların ve imparatorların ilgilerini toplayarak gelişti. Simya, kolay kazanç peşinde koşan bazı şarlatanların da ilgilendiği bir dal olmasına karşılık, deneylere dayanan ilk bilimdi ve birçoklarının sandığı gibi büyücülükle ilgisi yoktu.

Simya, ilk kimya teknolojileriyle birlikte gelişti. Simya ile kimya birbirlerinden etkilendiler, ama simyanın, kimyanın öncüsü olduğunu düşünmek yanlıştır.

Simyanın kökenleri: Simyanın kökeni tam olarak bilinmemektedir. Ama İ.S. 100-300 yılları arasında Mısır'da İskenderiye'nin Yunan işgali altında bulunduğu sıralarda ortaya çıktığı sanılmaktadır. Yunan felsefesinin, Mısır teknolojisinin ve Orta Doğu astrolojisinin bileşiminden oluştuğu söylenebilir. Daha sonra Yunan felsefesi, gnostisizm, yeni eflatunculuk ve Hıristiyanlık görüşlerini benimseyince, mistik etki güçlenmiştir.

Metallerin işlenmesi, BOYAMA İŞLEMLERİ, ilaç

Bir XV. yüzyıl simyacısının yardımcılarıyla çalışmasını gösteren bu resimde (üstte) bir terazi bulunması çok gariptir; çünkü, ağırlıktaki değişiklikler simyada önem taşımaz.

Simyacılar arasındaki yaygın bir düşünce, bütün metallerin, değişik oranlarda cıva ve kükürtten oluştuğuydu. Üstteki resim, kükürt (kırmızı) ve cıvanın (yeşil) birleşmesini simgelemektedir.

ve kozmetiklerin hazırlanması gibi zanaatları Eski Mısırlılar çok iyi biliyorlardı. Bu işlerde kullanılan tekniklerin, simya çalışmalarına katkısı oldu. İlk kimyacılar öncelikle, zenginler için altın ve gümüşle, daha yoksullar için de ucuz maddelerle üretim yapan metalürji uzmanlarıydı. Doğal olarak bunlar, ucuz metalleri altın görünümüne sokma işiyle ilgilenmişler ve yarattıkları etki, düşünürleri etkilemişti.

Yunan felsefesinden, bütün maddelerin dört ana biçim ya da ilkeden (sıcak, soğuk, kuru, nemli) bir şeyler taşıdığını söyleyen Aristoteles'in kuramı (İ.Ö. 350) çıktı. Kurama göre, bu ilkeler sırasıyla dört ana elementi, yani ateş, toprak, hava ve suyu oluşturuyor, dört element de değişik oranlarda bir araya gelerek bütün maddeleri ortaya çıkarıyordu. Kuramın tamamlanması için, her şeyin ondan oluştuğu (ortaya çıktığı) bir «son madde» *(prima materia)* öneriliyordu. Doğa sürekli olarak yetkinliğe doğru çabalıyor, bu amaç doğrultusunda değişimler geçiriyordu. Sonraları bu, «*prima materia*», «*quinta essentia*» ya da «*cevher*» diye tanımlandı. Bu «cevher», dört ana elementin üstünde bir beşinci elementti. Bütün maddelerde bulunduğu düşünülen bu elementin damıtmayla elde edilebileceğine inanılıyordu.

METAL'lerin insanlar gibi büyüdüklerine, değişikliklerden geçirdiğine, bu yüzden de zamanından önce öldürülebileceklerine ya da daha iyi bir biçimde yeniden canlandırılabileceklerine inanılıyordu. Sözgelimi BAKIR, onu karartan bakır okside dönüştürülerek öldürülebilir, sonra arsenikle gümüş rengine çevrilerek (yeniden canlandırılarak) daha iyi bir alaşım elde edilmiş olurdu. Öteki ayıraçlar, değişik renk değişimleri üretmiş ve en kusursuz metal olan altına doğru çeşitli aşamalar oluşturmuştu. Söz konusu kuramda renkler çok önemli yer tutuyor, doğru değişme yönünün siyahtan beyaza, sarıya, kırmızıya doğru olacağı kabul ediliyordu. Simyacılar, yalnızca metallerin yetkinleştirilebileceğini düşünmekle kalmıyor, aynı zamanda, insan yaşamını uzatan bir değiştirici maddenin de varolduğuna inanıyorlardı. Bu bilinmeyen maddeye, Avrupalılar «filozof taşı», Araplar da *eliksir* (iksir) adını veriyorlardı. Bu adlar, daha çok bir katı ya da sıvı izlenimi uyandırıyorsa da, simyacılar, söz konusu maddenin, kararlı, kırmızı bir toz olduğunu düşünüyorlardı. Daha sonra ünlü Arap simyacı Câbir bin Hâyyân ve izleyicileri, bütün metallerin cıva ve kükürtün belli oranlarda karışımından oluştuğuna ve bu elementler arı ve dengedeyseler, ürünün, kusursuz metal, yani altın olacağına karar verdiler.

Simyanın gelişmesi: Simyanın gelişmesi bazı metin ve kitaplardan izlenebilir. Ama, ilk bin yıldan günümüze yalnızca birkaç yapıt kalabilmiştir. Üstelik, bunların doğrulukları da kuşkuludur: Yazılı yapıtları bir tanrı, kahraman, kral ya da düşünüre maletmek yaygın bir alışkanlık haline gelmişti. Dikkate değer ilk simya yazarları *Fizik ve Mistik*'i yazan Demokritos ile İ.S. 300 yıllarında bir simya ansiklopedisi yazan Panopolis'li (Mısır'da bir kent) Zosimos'dur.

İskenderiye'deki simya çalışmaları üç yüzyıl sonra, Roma imparatoru Diocletianus'un buyruğuyla ko-

nuya ilişkin bütün metinlerin yok edilmesi sonucu durdu. Ama yasaklanan başka birçok iş gibi, simya da gelişmesini sürdürdü. V. yüzyılda Nesturi hıristiyanları İstanbul'dan kovulunca, Suriye, İran ve Mezopotamya'da yeni öğrenim merkezleri oluşturarak, birçok yunanca metni süryaniceye çevirdiler.

İslâm dininde birleşen Araplar, İ.S. 622 ile 750 arasında, Anadolu, İran, Mısır, Afrika ve İspanya'yı ele geçirdiler. Ardından, Bağdat'taki Abbasi halifelerinin etkisiyle, olabildiğince çok bilgi elde etmeye giriştiler. Yunanca birçok yapıt arapçaya çevrildi. VIII.-IX. yüzyıllar arasında yetişen ünlü Câbir bin Hayyân çok verimli bir çalışma yaptı. Ama, onun olduğu sanılan birçok yapıt, X. yüzyılda (belki de Câbir'in izleyicileri tarafından) yazılmıştır. Bu dönem boyunca iki dikkate değer bilim adamı (ikisi de hekimdiler), Ebu Bekir Razi bin Zekeriya ve İbni Sina, simya konusunda yeni düşünceler ileri sürdüler. İbni Sina, metallerin dönüştürülmesi konusunda ilk kuşkuları ortaya atan kişi oldu. Razi, birçok deney yaptı ve maddelerin sınıflandırılmasını genişleterek, doğru yönde küçük bir adım attı. Maddeleri, «hayvansal», «bitkisel» ve «mineral» diye üçe bölerek, mineralleri de altı sınıfa ayırdı: Ana mineraller ya da metaller; ruhlar; taşlar; yakıcılar (asitler); borakslar; tuzlar.

XII. yüzyılda simya, Avrupa'ya geçti. O zamana kadar İslâm dünyasıyla ilişki Haçlı Seferleriyle sınırlıyken, o günden sonra hıristiyan bilginleri Arap öğretilerini incelemeye başladılar. Avrupa'da simyanın gelişmesini, 1144'te «*Simyanın Bileşiminin Kitabı*»nı arapçadan latinceye çeviren Chester'li Robert, vb. çevirmenler sağladı.

XVII. yüzyıl boyunca Albertus Magnus, Aquino'lu Aziz Tommaso ve Bacon, dolandırıcılık olarak nitelenebilecek özelliklere karşılık, simyanın gerçek bilim olarak tanınmasına neden olacak yanlarını tartıştılar.

Arnold de Villanova ve Mallorka'lı Ramon Lull, XIV. yüzyıl yazılarının başlıca yaratıcıları oldular. Lull'a maledilen yapıtlar, harflerle belirtilmiş, madde ve yöntemleri anlatan simya deneyleri çizelgeleri kapsıyordu. Lull, cevheri bulma amacını taşıyan damıtmalara büyük önem vermişti. Şarap yapımı o sıralarda zaten biliniyordu ve elde edilen ALKOL de, *ateş suyu (aqua ardens)* ya da yanabilen su diye tanımlanıyordu (alkolle aynı zamanda, canlandırıcı, güçlendirici etkisi nedeniyle «*aqua vitae*», yani «yaşam suyu» da deniyordu). Lull alkolün, cevherin arı olmayan bir biçimi olduğuna inanmaktaydı. Alkol, yağlar gibi organik bileşikleri (suda çözünmeyen) çözebilen bilinen ilk sıvıydı. Alkolle ilgili bu türden deneyler, likörlerin (sözgelimi 1510'da Dom Bernardo Vincelli'nin bulduğu benedictine gibi) bulunmasına yolaçtı.

Simya çalışmalarının sonlarına doğru, filozof taşından, maddelerin iyileştirici özelliklerinin değerlendirilmesine doğru ilginç bir kayma başladı. Zürih'li doktor Paracelsus (1493-1534), bitkisel ilaçlar yerine minerallerin kullanımı için uğraştı. Glauber (1604 - 1668) de maddelerin ilaç olarak değerleriyle ilgilendi.

1500 yıl süren bir denemeden sonra simyacılar, dönüştürmede ve iksirde başarılı olamadılar. Artık baş-

Brand'ın fosfor elementinin buluşunu gösteren bir tablo. (üstte) Brand bunun yeni bir element olduğunu bilmiyordu. Fosforu «quint-essence» (cevher) sanmıştı.

XVI. yüzyılda altın ile gümüşün ayrıldığı bir laboratuvar. (altta) Resmin önünde, «pelikan» adı verilen imbikler görülmektedir.

XV. yüzyılda İngiliz simyacı George Ripley tarafından yapılmış simgesel bir resim. (solda) Resmin üstündeki Güneş ve Ay'ı içine çekmek için «ruh» çıkaran imbiğin içi, yaşam iksiri hazırlayan simyacılarla doludur. Yaşam sularının içinde asmayı bulmak için güçlükle yürüyen erkek ve kadın, suyla dolu balonlar tutan simyacılarla çevrilidir.

ka alanlara yönelme zamanı gelmişti. 1661'de Robert Boyle'un «*Skeptical Chymist*»inin (Kuşkucu Kimyacı) yayınlanmasından sonra, simya hızlı bir gerileme dönemine girdi.

Simyada simgecilik: Simya simgeciliği, modern kimyanın simgeciliğiyle karıştırılmamalıdır. Simyacıların kullandıkları işaret sistemi, bir tür stenoydu ve önemli metalleri gösteren gezegen simgeleri gibi bazı belli işaretler dışında, bir simyacıdan ötekine değişiyordu. Altın Güneş'i, gümüş Ay'ı, bakır Venüs'ü, demir Mars'ı, kurşun Satürn'ü, kalay Jüpiter'i, cıva da Merkür'ü gösteriyordu. Ayıraçlar ve aygıtlar için gizli adlar kullanma alışkanlığı, büyük bir olasılıkla, buluşları gizli tutma isteğinden kaynaklanıyordu. Yazımda ve çizimdeki simgecilik, binlerce takma adın doğmasına yolaçtı. Sözgelimi asit, bazen «ejder» diye tanımlandı.

Simyanın modern bilime katkıları: Simyanın, modern kimya düşüncesinin doğmasındaki rolü önemsizdir. Ama laboratuvar çalışmalarına ve yöntemlerine katkısı olmuştur. Metalürjide ve eczacılıkta kullanılan pek çok araç, simya çalışmalarıyla gelişip, ortaya çıkmıştır. İmbikler, balonlar, beherler, soğutucular, almaçlar, su banyoları, sehpalar, havanlar ve karıştırıcılar gibi aygıtlar, simyacıların çok sık kullandıkları araçlardı. Damıtma, süblimleştirme, yakma, indirgeme ve billurlaştırma gibi kimyasal bileşikleri hazırlama yöntemleri, simya çalışmalarının bir parçasıydı. Günümüzde de geliştirilmiş biçimleriyle, deneysel çözümlemelerde ve endüstri süreçlerinde bu yöntemler kullanılmaktadır.

XX. yüzyılın atom kuramı daha karmaşık bir yöntemle, bir simya düşüncesini, bütün maddelerin atomlardan oluştuğunu ortaya koyarak kanıtladı.

SİNEMA FİLMİ YAPIMI

Sinema filmi yapımı, çok çeşitli teknikler ve gereçler gerektiren, uzun, karmaşık bir süreçtir. Perdede seyrettiğimiz filmin yapımına, bir senaryo yazmakla başlanır. Çevirim senaryosu çekimlere bölünür ve bu aşamada teknisyenler, her çekimin *uzun çekim* mi, *boy çekimi* mi, yoksa *göğüs çekimi* mi olacağına ilişkin birçok bilgiyi belirlerler.

Filmlerin, aşağı yukarı her zaman, senaryodaki düzenden değişik bir sıralama içinde çevrilmesi gerekir. Sözgelimi, aynı yerde, aynı çevre düzenlemesinde (bir stüdyoda) ya da yüksek ücret ödenen bir oyuncuyla çekilmesi gereken sahnelerin çekimi bir arada yapılır. Film çevrilirken genellikle tek bir kamera kullanılır. Bu yüzden, farklı görüş açıları ve farklı çekim

Bilgisayarla Groucho Marx'ın Elvis Presley'e dönüştürülmesi. Marx'ın ve Presley'in resimleri fotoelektrik yoldan taranarak ya da bir tarama aygıtı kullanılarak, iki uçtaki benzerlikler sayısal verilere dönüştürülür. Bilgisayar, bu sayıları resimleri dönüştürmek için kullanır.

tarzları (sözgelimi uzun çekimler, omuz çekimleri) yaratabilmek için, bir sahne, değişik kamera yerleştirmeleriyle birçok kez çekilir. Daha sonraki kurgu aşamasında, bu ayrı çekimlerden amaca uygun seçimler yapılır. KAMERA'da genellikle, 35 mm'lik renkli negatif film kullanılır. Bu film, 22×16 mm boyutlarında resim verir. Kamera saniyede 24 çerçeve (tek tek resimler) hızla çalışır. Sesse, çoğunlukla saniyede 19 cm hızla çalışan SES aygıtlarından yararlanılarak, 6,5 mm'lik magnetik bantlara kaydedilir. Kamera ile ses aygıtının uyumlu bir hızda çalışması, bir sinyal sistemiyle denetlenir. Sesin daha sonra aktarıldığı magnetik filmi doğru hıza ayarlayabilmek için, banda sinyaller kaydedilir. Magnetik filmin, görüntü bandıyla aynı boyutlarda saydam bir tabanı ve delikleri vardır. Tek fark, magnetik filmin metal oksitle kaplı olmasıdır. Sonradan her çekimi ayırıp belirleyebilmek ve ses ile görüntüyü düzenleyebilmek amacıyla, bir eşleme noktası sağlamak gerekir. Bunun için, her çekim başında, bir *çekim tahtası* (şakşak) çekilir. Ses ve görüntü düzenlenirken, çekim tahtasının iki yarısının birleştiği yerdeki görüntü çerçevesi, ses kuşağında, ona uygun düşen sesin ilk modülasyonuyla eşlenir.

Sonuçları ve görüntü niteliğini görme amacıyla, günlük çekimler, ertesi sabah bir sinema salonunda izlenir. Negatif, bir gecede laboratuvarda develope (Bk. FOTOĞRAF BANYO İŞLEMLERİ) edilmiş ve ondan deneme kopyaları çıkarılmıştır. Yalnız, deneme kopyaları henüz kertelenmemiştir; yani, renk tonu ve yoğunluk bakımından farklılıklar taşıyabilirler.

Kurgu: Kurgucu, filmi, Movieola ya da Steenbeck tipi bir kurgu aygıtı üstünde gözden geçirir. Bu kurgu aygıtında görüntü, sesle (35 mm'lik magnetik filmde) kusursuz bir eşleme içinde, değişik hızlarda ve çerçeve çerçeve, hem ileri, hem de geri oynatılabilir. Kurgu sırasında görüntüyle sesi eşlemeli durumda tutabilmek için, bunlar, kesim sırasında her zaman bir eşleyici içinde tutulur. Kesimler, bir yapıştırma gereci ile bir bıçaktan oluşan bir bant yapıştırıcı üstünde gerçekleştirilir. Değişikliklerin kolayca yapılabilmesi için, bütün ek yerlerine yapışkan bantlar konulur. Sonunda, yönetmen ile yapımcının da onayladığı «iş kopyası» ortaya çıkar. Ses kuşağı henüz eksiktir, yani müzik ve efektler eklenmemiştir; yalnızca diyaloglar vardır. Diyaloglar, genellikle, kısa sahne bölümleri halinde, sonradan seslendirmeyle yeniden kaydedilir. Böylece, oyuncular, özgün oyunlarını dinleyip izlerken

---

Resimde (altta) görülen optik basım aygıtı, daha önce fotoğrafı çekilmiş renkli bir başlığı, hareketli görüntü üstüne bindirmede kullanılmaktadır.

konuşmaları yeniden gerçekleştirebilirler ve daha nitelikli bir kayıt elde edilir. Ses efektleri çoğunlukla özel olarak kaydedilir.

Ses kurgucusu, müzik ve efekt kuşaklarını düzenler ve onları bütün değişik öğelerin bir araya getirileceği son seslendirmeye hazırlarlar. Ayrıca, yabancı ülkelere satılacak kopyalar için özel bir müzik ve efekt kuşağı (sözsüz ses kuşağı) da hazırlayabilir. Böylece, filmi satın alan ülkedeki dağıtımcı, diyalogları kendi ülkesinin dilinde bu sözsüz ses kuşağına kaydetme olanağı bulur.

Kurgu yapılırken, kamera negatifi laboratuvarda saklanır. Hangi optik hilelere başvurulacağı da bu aşamada saptanır. Gerekirse, sahneler arasında zincirleme ve bindirme yapılabilir. Optik yöntemlerle sahnelere yağmur ve şimşek de eklenebilir. Ekleme işi, bir optik basım aygıtı üstünde gerçekleştirilir. Optik basım aygıtında, iki ayrı çekim aynı anda gösterilebilir. Bir örtücüyle her çekimin parlaklığı ayarlanır; böylece, açılma, kararma ve zincirlemeler oluşturulur. Bindirilmiş başlıkları eklemek için de, aynı türden bir basım aygıtı kullanılır.

Kertelemede kullanılan renkli video negatif çözümleyicisi. (üstte solda)
Bilgisayarlı animasyon sehpası. (üstte sağda)

Bazı durumlarda birden çok kamera kullanılır. (altta) Buradaki gibi dışarda çevirim sahnesi, bu tür çekimlere bir örnektir.

Optik efektleri de içeren iş kopyası son biçimini aldığında, negatifler (özgün ve optik efektler) ona uyacak biçimde kesilir. Bu işlem, üretim sırasında filmin kenarına konulan ve deneme baskısında iş kopyasına aktarılan kenar sayılarıyla kolaylaştırılır. Negatif, özel bir zamkla yapıştırılır.

Sesin filmin kenarına kaydedilmesinden sonra, seslendirilmiş ses kuşağı bir negatife aktarılmış olur. Bu kuşağa, «optik ses negatifi» denir. Bazı durumlarda, bu ses kuşağı, görüntü alanının yanındaki bir magnetik ses yoluna da doğrudan doğruya kaydedilebilir.

Kerteleme: Daha sonra, görüntü negatifi, kerteleyici (film basımında düzgün bir kopya çıkarmak için verilecek ışığı ayarlayan kişi) tarafından bir renkli videoda izlenir. Böylece, kerteleyici, renk ve yoğunluk düzeltmelerini belirleme olanağı bulur. Bunlar hem sesli,hem görüntülü olan ilk «bileşik kopya»nın hazırlanışında kullanılacaktır. Bu ilk kopya görüldükten sonra, dağıtım kopyasına başlanmadan, genellikle ufak tefek bazı düzeltmeler yapılır.

Büyük çapta siparişler bekleniyorsa, Technicolor işleminden yararlanmak daha iyi sonuçlar verebilir. Technicolor, yalnızca fotoğrafla ilgili bir işlem değil, ayrıca siyah-beyaz kopyalar biçiminde kalıpların kullanıldığı bir renk aktarma işlemidir.

Animasyon: Animasyon (ya da canlandırma) filmleri, çerçeve çerçeve çizilir. Çoğunlukla, filmin her saniyesi için on iki resim hazırlamak gerekir ve bunların her birinin iki kez fotoğrafı çekilir. Genellikle arka plan ve canlandırılan tipin bir bölümü değişmez, her çerçeve için resmin yalnızca küçük bir bölümü (kafa, bacaklar ya da kollar) değiştirilir. Bu işlemi kolaylaştırma amacıyla, hareket etmesi istenen bölüm, bir dizi saydam yaprak üstüne çizilir. Sonra bu saydam yapraklar, canlandırılan tipin gövdesine ve arka plana tam oturacak biçimde yerleştirilir ve resim ışıklaması yapılır. Sözgelimi, koşma gibi karmaşık hareketler, her saydam yaprağı birçok kez kullanmayı olanaklı kılacak biçimde çevrimler halinde çizilir. Animasyon filminde, ses genellikle önceden kaydedilir ve ses kuşağı, bir kurgu aygıtı üstünde, çerçeve çerçeve çözümlenir. Böylece animatör, her hareket parçası için kaç çerçeve kullanacağını belirler. Çekilecek yapıtla ilgili bütün bilgiler, animasyon kamerası yönetmenine verilen «döküm kâğıdı» üstünde yazılıdır. Son yıllarda, kamera hareketlerinin hesaplanmasına ve bu

Dışarda çevirime bir başka örnek. (altta) Kamera, izleyici çekimleri için bir kaydırma arabası üstüne yerleştirilmiştir.

hareketleri sağlayan SERVOMEKANİZMA'ların ayarlanmasına yardımcı olmak için, küçük BİLGİSAYARLAR da kullanılmaktadır.

Ayrıca, bilgisayarlar, animasyona yardımcı olma amacıyla da kullanılabilir. Animatöre yalnızca ana resimleri ve belli başlı ara resimleri çizmek kalır. Bu teknik, hareketin matematiksel olarak formüle edilebileceği varsayımından yola çıkılarak gerçekleştirilmiştir.

Filmler, maketlerin bir çerçeveden ötekine hafifçe oynatılmasıyla da ortaya çıkarılabilir. Özel efekt yaratmak için, benzer tekniklerden, oyuncuların söz konusu olduğu durumlarda da yararlanılır. Sözgelimi, topun bir vuruşta deliğe düşürüldüğü bir golf sahnesinde böyle bir tekniğe başvurulur. Ayrıca, oyuncu görüş açısının dışına çıkarken kamera durdurularak, insanların sahnenin ortasında birdenbire yok olmaları da sağlanabilir.

SİNEMA KAMERASI Bk. KAMERA

SİNEMA MAKİNASI Bk. PROJEKSİYON MAKİNALARI

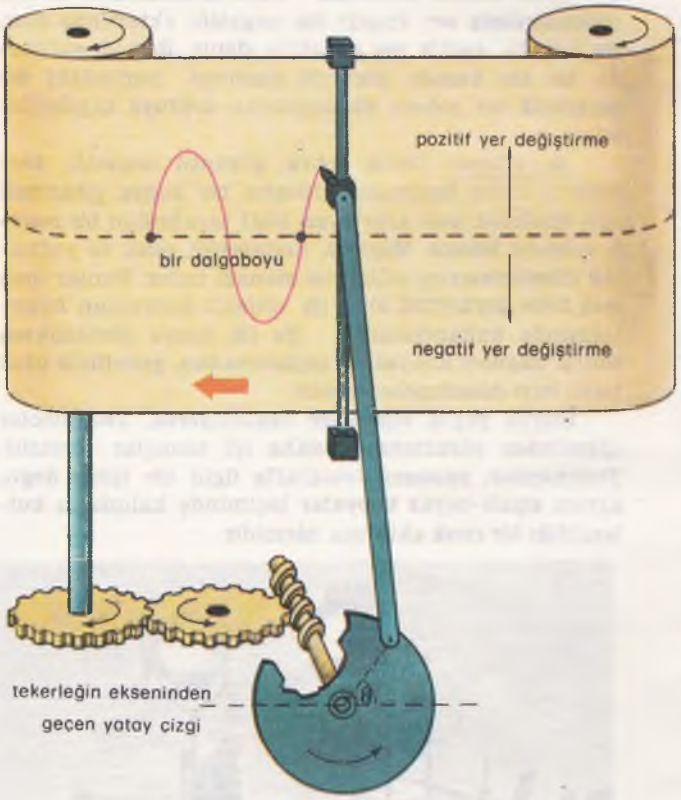
SİNÜS DALGASI

Sinüs dalgası, bilim adamları ve mühendisler tarafından yaygın olarak kullanılan bir dalga biçimidir. SARKAÇ ve OSİLATÖR gibi aygıtlarda görülen *yalın harmonik hareket*, sinüs dalgası biçimindedir. Sinüs dalgası, bir açının sinüs ve kosinüsünün elde edilmesinde kullanılan, bir daire içine yerleşmiş dik açılı üçgenlerin özellikleriyle de yakından ilgilidir (Bk. MATEMATİK).

Sinüs dalgası halinde değişen bir olayın özelliğine «*sinüs biçimli*» ya da «*sinüs değişimli*» denir. Bir diyapazonun kolları sinüs biçimli hareketle titreşir; evlerde kullanılan alternatif (dalgalı) elektrik geriliminin dalga biçimi de sinüstür.

Dairesel hareketten doğrusal harekete: Buharlı lokomotifin pistonu, sinüs biçimli harekete yakın biçimde ileri-geri hareket eder; çünkü piston kolu, tekerleğin çevresine bağlıdır. Tren değişmez hızla hareket ederken, piston ileri-geri hareket eder ve ortaya doğru hızlanır, uçlara doğru gelirken yavaşlar, ortaya doğru gene hızlanır, vb.

Örnek olarak bir tekerlek ve piston düzeni alınabilir. Pistona bir kalem bağlanırsa, tekerleğin hareketine bağlı olarak dönen makaranın sürdüğü kağıtta, bazı şekiller ortaya çıkar. Bu şekiller, sinüs dalgası biçimindedir. Tekerleğe bağlı ucun tekerlek ekseninin yatay olarak sağında bulunduğu durumda, ucun düşey yer değiştirmesi yoktur ve kalem, kağıdın ortasındadır. Tekerleğin saat ibrelerinin tersi yönünde çevrilmesiyle uç, yukarı ve sola hareket eder. Uç ve kalem bu durumda, merkezi konumun üstünde yer değiştirmişlerdir. Kalemin kaydı, tekerleğin dönüş açısına (ya da kağıt boyunca uzaklığa) karşı, düşey bir yer değiştirme gösterir. İlk 180° için yer değiştirme, orta çizginin üstündedir ve «*pozitif yer değiştirme*» diye tanımlanır. 180°'den 360°'ye (dairesel hareket tamamlanırsa) kadar uç, orta çizginin altındadır. Buna da «*negatif yer değiştirme*» denir.

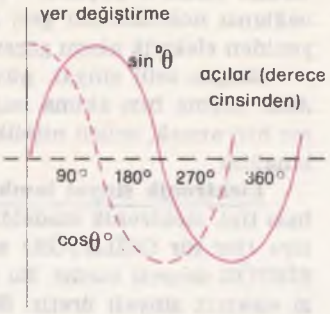


360°'lik bir dönüşten sonra uç (ve kalem) başladığı yere döner ve tekerleğin çevrilmesi sürdürülerek, kalemin çizdiği dalga biçimi (yani sinüs dalgası) yinelenir. Bu nedenle sinüs dalgası bir «*peryodik fonksiyon*» olarak tanımlanır. Tam bir sinüs dalgasının kağıt üstündeki boyuna, «*dalgaboyu*» denir. Tekerlek değişmez hızla dönüyorsa, kalem *yalın harmonik hareket* yapıyor demektir. Tekerlek saniyede 10 devir yapıyorsa (10 dev/san), sinüs dalgası biçimi, saniyede on kez yinelenir. Kalemin salınım frekansı saniyede 10 devirdir (bu, genellikle 10 hertz ya da 10 Hz biçiminde yazılır).

Sinüs ve kosinüs fonksiyonları: Matematikçiler sinüs dalgasına, kendi biçimini tanımlayan ve gösteren fonksiyonu, yani *sinüs fonksiyonu*nu vermişlerdir. Tekerlek üstündeki uç, sıfır yer değiştirme noktasından θ olarak ayrılırsa, düşey yer değiştirmesi *sin* θ'dır (tekerleğin çapı birim, sözgelimi 1 metre, kabul edilerek).

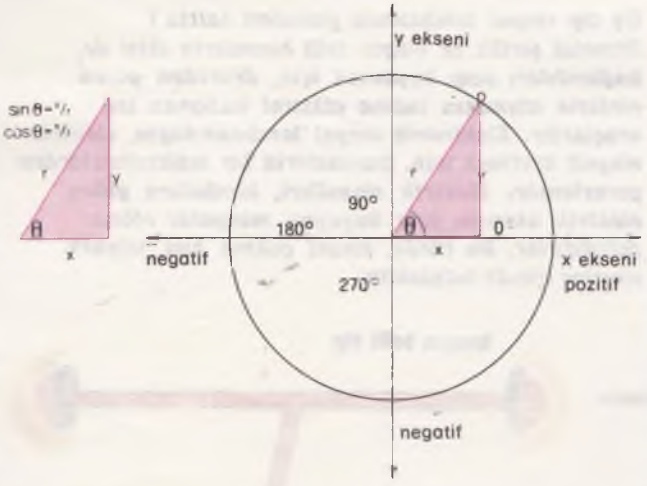
Sin θ'yı bir grafikte düşey eksende θ'ın artan değerlerine bağlı olarak gösterme, bir sinüs dalgası oluşturur. Bir θ açısının kosinüsü olan *cos* θ grafikle gösterildiğinde de aynı şekil elde edilir. Ama şekil, 90 sola kaymıştır: demek ki *sin* θ ve *cos* θ tamlayıcı fonksiyonlardır.

Sin ve cos fonksiyonlarının dalga biçimi, her 360°'de bir yinelenir ve orta çizgiden en üst yer değiştirme, bunu oluşturan dairenin yarıçapına eşittir. θ'nın burada derece olarak ölçülmesine karşılık, açıları radyan olarak göstermek daha doğrudur. 360°, 2π radyandır.



Sinüs ve kosinüs fonksiyonları arasındaki ilişkiler bir dik üçgenin özelliklerinde kolayca görülebilir.

Ama bu fonksiyonlar en açık biçimde, bir üçgenin bir dairenin içine, hipotenüs *(r)* dairenin yarıçapı olacak biçimde yerleştirilmesiyle görülür. *x*, dairenin merkezinden *yatay yer değiştirme*yi, *y* ise *düşey yer değiştirme*yi gösterir.



$\theta°=0$ olduğunda, $y=0$ ve $\sin 0°=0$'dır. Ama aynı anda $x=r$ ve $\cos 0°=1$'dir. $\theta=90°$ olduğunda, $y=r$'dir; dolayısıyle, $\sin 90°=1$'dir; ama $x=0$ olduğundan $\cos 90°=0$'dır. Eksenlerin bir yönde pozitif, öteki yönde negatif yerleştirilmesiyle, *sin* θ ve *cos* θ, 360°'ye kadar açılar için tanımlanabilir. Dolayısıyle, $\sin 180°=0$ ve $\cos 180°=1$, $\sin 270°=-1$, $\cos 270°=0$, $\sin 360°=\sin 0°=0$, $\cos 360°=\cos 0°=1$'dir. Aradaki bütün değerler, sinüs dalgasının biçimine uygun değerleri alır.

Pythagoras teoremine göre, bir dik üçgenin kenarları $r^2=x^2+y^2$'dir. Bu denklemin sağ ve sol taraflarını r^2'ye bölmek, $1=\left(\frac{x}{r}\right)^2+\left(\frac{y}{r}\right)^2$'yi verir. Ama $\frac{x}{r}=\cos\theta$ ve $\frac{y}{r}=\sin\theta$'dır. Böylece $1=(\cos\theta)^2+(\sin\theta)^2$ denklemi elde edilir. Bu denklem, bir θ açısının sinüs ve kosinüs değerleri arasındaki bağıntıdır.

SİNYAL LAMBASI

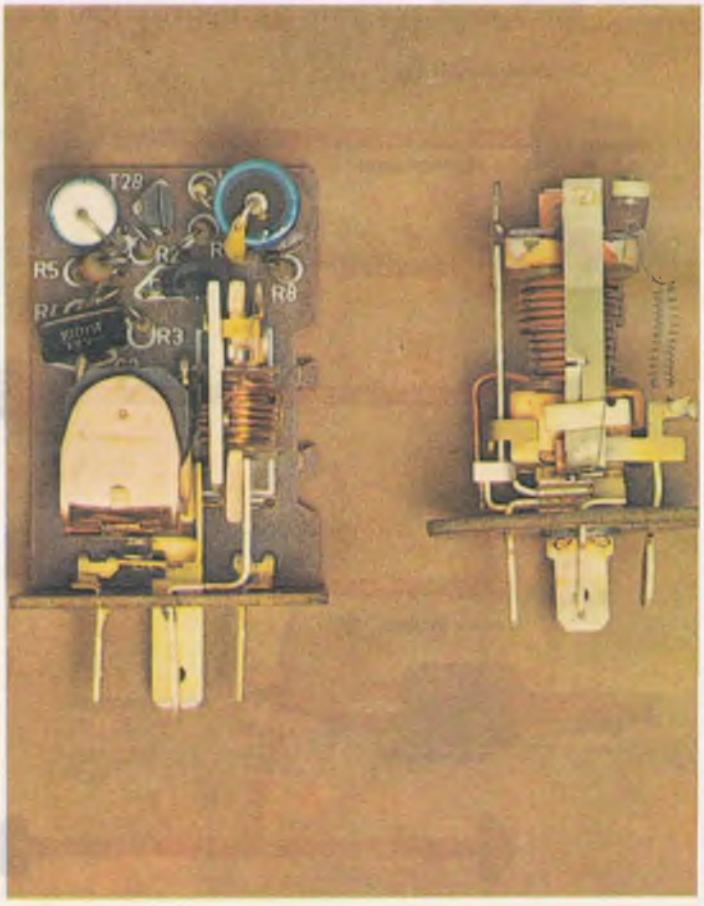
Sinyal lambası geliştirilmeden önce, sürücüler döneceklerini, ya «trafikatör» adı verilen, aracın kenarından kalkan ışıklı bir kolla ya da el işaretiyle belirtirlerdi. Ama bu işaret yöntemleri, kolayca görülememeleri (trafikatörler kapı kenarlarına takılıyor ve bu yüzden zor görülebiliyordu) ve bazı durumlarda elverişsiz olmaları (yağmurda el işareti verilemiyordu) bakımından sakıncalıydı. Bu yüzden, taşıtın döneceğini yanıp sönen lambalarla belirten sinyal lambaları, büyük bir gelişme oldu.

Başlıca üç tip sinyal lambası vardır: *Bimetal şeritli; kızgın telli; elektronik*. Sinyal lambalarının bulunması da aynı sırayla gerçekleştirilmiştir.

Bimetal şeritli sinyal lambası: Bimetal şeritli sinyal lambası, farklı metallerin ısıtılınca farklı oranlarda genleşmesi ilkesine göre çalışır. Şerit, birbirine lehimlenmiş iki yassı tabakadan oluşur. Şerit ısıtılınca, bir metal ikinciden daha çok genleşerek, eğilmeye yol açar.

Şerit, sinyal lambası elektrik devresinin bir bölümünü oluşturur. Sinyal yakılınca ışıklara giden akım, şeritten geçip onu ısıtır. Bir ucu tutturulmuş olan şeridin öteki ucu, bir bağlantı noktasına değerek dev-

Günümüzde yaygın olarak kullanılan iki tip sinyal lambası (altta). Resmin solundaki, röleleri ve elektronik parçaları bir basılı devre üstüne yerleştirilmiş elektronik sinyal lambasıdır. Sağındakiyse, kızgın telli sinyal lambasıdır. Orta bölümünün hemen sağında, devreyi tamamlayan tel, en sağındaysa bobinli balast görülmektedir.



reyi tamamlar. Elektrik akımıyla ısınan şerit eğilerek, bağlantı noktasından uzaklaşır ve devreyi açar. Devre açılınca lambalar söner, şerit soğumaya başlar. Soğudukça eski biçimini alarak, bağlantı noktasıyla birleşip devreyi yeniden kapatır. Sinyal düğmesi kapatılıncaya kadar, işlem yinelenir. Bu tip sinyal lambaları pek hassas değildir, yani yanıp sönme hızları birbirinden oldukça farklıdır ve her zaman belirlenen sınırlar içinde (sözgelimi, dakikada 60-120 yanıp sönme arasında) kalmaz.

Kızgın telli sinyal lambası: Kızgın telli sinyal lambası, merkezî bir çekirdek çevresine sarılmış bir bobin, bir ana armatür, iki ikincil armatür, tel ve yüksek dirençli küçük bir bobin biçimindeki dengeleyici dirençten (balast) oluşur. Sinyal yakılınca, elektrik, kaynaktan, ana armatürden, devre tamamlayıcı telden, balasttan, bobin ve ampul tellerinden geçerek, toprağa gider. Balast elektrik akımını sınırladığı için, ampul yanmaz. Ama akım, devre telini ısıtıp genleştirmeye yetecek güçtedir.

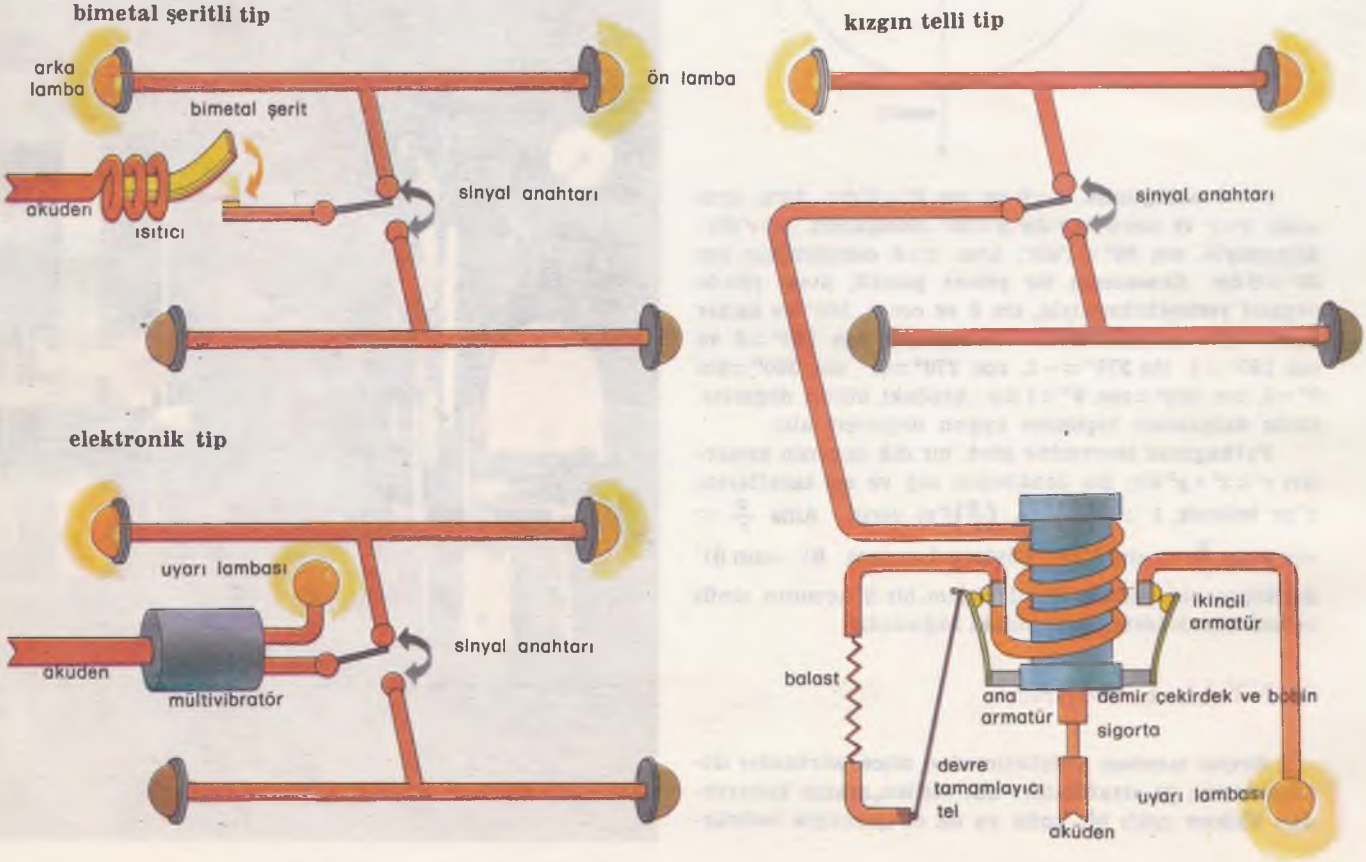
Bir ucu ana armatüre bağlı olan tel, uzadıkça (bir yay hareketiyle), armatürün bir bağlantı noktasına değmesini sağlar. Balast ve tel, bu bağlantı kurulunca yapılan kısa devrenin dışında kalır. Böylece bobinden geçen akım artar. Bu, ikincil armatürleri kendine çeken bir magnetik alan oluşturur. İkincil armatürler, arabanın denetim tablosundaki uyarı ışıklarının devresini kapatarak, gerekli bağlantıyı kurarlar. Böylece, sinyal lambaları ve uygun uyarı ışıkları yanar.

Balast ve tel kısa devre dışı kaldıkları için, bunlardan elektrik geçmez. Tel soğuyup, ana armatürü bağlantı noktasından geri çeker. Işıklar söner, telden yeniden elektrik akımı geçer.

Kızgın telli sinyal, güvenilir bir sinyal türüdür. Ama çakma hızı akıma bağlı olduğu için, doğru işleme hızı ancak, belirli nitelikte lamba kullanmakla sağlanabilir.

Elektronik sinyal lambaları: En yeni sinyal lambası tipi, elektronik modeldir. Bu modelde «*mültivibratör*» (bir tür OSİLATÖR) adı verilen yalın bir TRANSİSTÖR devresi vardır. Bu devre, belli bir hızla bir dizi elektrik sinyali üretir. Sinyaller, minyatür bir RÖLE'yi açıp kapamakta kullanılır. Sinyal lambasının elektrik devresine, rölenin kurduğu bağlantılar kumanda eder. Böylece lambalar, mültivibratörden gelen sinyallere göre yanıp söner. Denetim tablosundaki sinyal ışıklarını yakmak için, devreye daha küçük, ikinci bir röle yerleştirilmiştir.

Üç tip sinyal lambasının çizimleri (altta) Bimetal şeritli ve kızgın telli birimlerin ikisi de, bağlantıları açıp kapamak için, devreden geçen elektrik akımının ısıtma etkisini kullanan ısıl araçlardır. Elektronik sinyal lambasındaysa, elektrik sinyali üretmek için, transistörlü bir mültivibratörden yararlanılır. Elektrik sinyalleri, lambalara giden elektrik akımını açıp kapayan minyatür röleyi çalıştırırlar. Bu türde, sinyal çakma hızı, istenen sınırlar içinde tutulabilir.



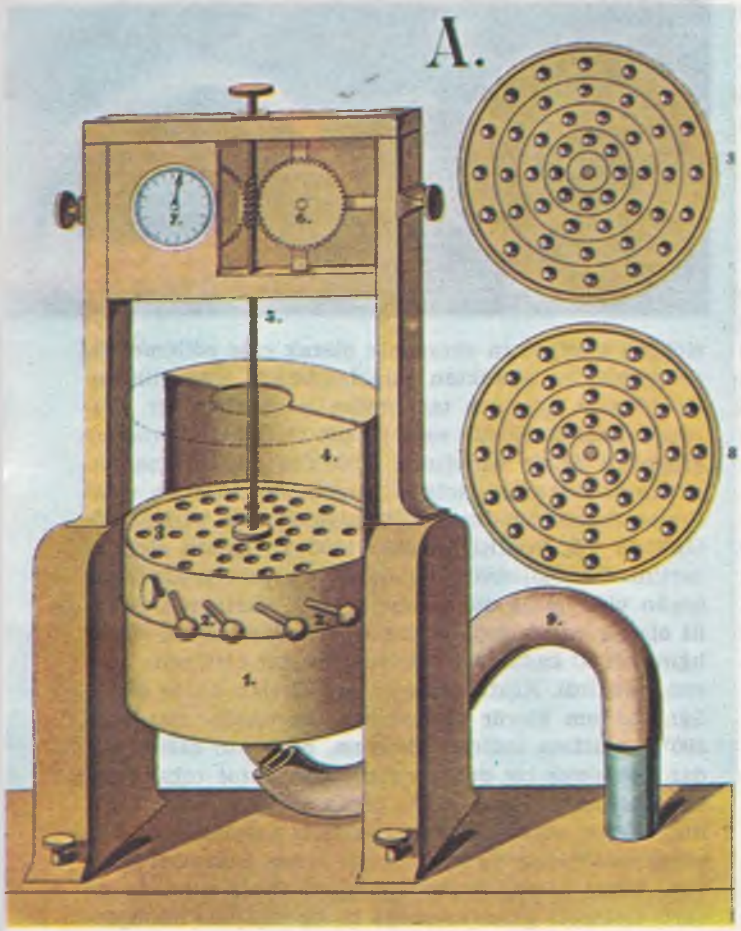
Elektronik sinyal lambalarında, yanıp sönme hızının çok kesin biçimde denetlenmesinin yanı sıra, sinyal, elektrik devresindeki akım miktarından da etkilenmez. Başka bir deyişle, sinyal, bir tehlike uyarı sistemi (4 sinyalin de aynı anda yanıp sönmesinin sağlanabildiği bir sistem) katıldığı zaman da, iki lamba kullanıldığı zamanki çakma hızını sürdürebilir.

SİREN

Siren (canavar düdüğü), püskürtülen basınçlı gaz ya da buharı, düzenli kesintilere uğratarak, işitilebilir frekansta ses dalgaları üreten bir aygıttır. Duyulabilir frekansları karşılaştırma yoluyla ölçmek için tasarlanan siren, günümüzde, yalnızca bir ses üreteci olarak kullanılmaktadır.

İlk tipler: XIX. yüzyıl başlarında bulunan siren, önce, frekansları belirlenmek istenen seslerin karşılaştırılmasında kullanıldı. İlk sirenler, kenarlarında eşit aralıklı delikler bulunan yassı disklerden oluşuyordu. Disk döndürülürken, deliklere hava püskürtülüyor ve hava, düzenli aralıklarla kesiliyordu. Böylece elde edilen işitilebilir frekans, diskin dönme hızıyla doğrudan orantılı oluyordu (sözgelimi, saniyede 15 dönüş yapan 10 delikli bir disk, saniyede 10×15=150 devirlik bir işitilebilir frekans oluşturur). Diskin dönme hızının, karşılaştırılan sesle aynı nota elde edilinceye kadar ayarlanmasıyla, aranan frekansa oldukça yakın bir değer elde edilirdi.

Modern sirenler: XIX. yüzyılın ortasına doğru siren, biçim değişikliği geçirerek, günümüzde kullanılan aygıtın temelini oluşturdu. Delikler, yassı bir disk çevresi yerine, «*rotor*» adı da verilen içi boş döner bir kutu üstüne eşit aralıklarla yerleştirildi. Kutu, delikleri rotorunkilerle aynı yere yerleştirilmiş olan daha büyük bir kutunun içine kondu. Hareketsiz olan ikinci kutuya «*stator*» adı verilmekteydi. Püskürtülen hava, rotorun açık tarafından giriyor ve rotor ile statorun delikleri birbirine denk geldikçe, çok sayıda hava akımı halinde dışarı atılıyordu. Hava çıkışları sayısının artması hava basıncındaki değişmeleri de artırdığından, bu yöntemle daha çok sayıda ses üretilmekteydi.



1882'den kalma bir siren resmi. (altta solda) Resmin altında içine hava pompalanan silindir biçimli hava kutusu görülmektedir. Kutuya düzenli aralıklarla açılmış deliklerin üstünde, serbestçe dönebilen (delikler eğimli açıldığı için, dışarı çıkan hava, dönmeyi sağlar), birincinin eşi bir disk vardır. İbre, devir sayısını gösterir.

Elektrikle çalıştırılan yüksek güçlü bir polis sireni. (altta sağda)

Böylece siren, bir ölçüm aygıtı olmaktan çıkıp, bir ses üreteci haline geldi.

Modern sirenler iki türdür: Eğimli pervane kanatlarıyla rotor içine itilen basınçlı havayla ya da buharla çalışan sirenler; elektrikle çalışan sirenler. Elektrikli türde, bir elektrik motoru, üstüne bağlı kanatlar yardımıyla, havanın önden rotorun içine çekilmesini, sıkışmasını ve rotorla statorun delikleri karşı karşıya geldikçe dışarı püskürtülmesini sağlar. Elektrikle çalışan siren, elektrik bulunan her yerde kullanılabilmesi bakımından, basınçlı havayla ya da buharla çalışanlardan üstündür. Buharlı ve havalı tiplerde, bir hava ya da buhar kaynağı bulundurmak gerekir.

Hava ya da buharla çalışan sirenler, oldukça büyüktür. Elektrik motoruyla çalışanların boylarıysa, küçük dinamolu, yirmi-otuz metrelik etki alanlı, çok küçük tiplerden, yapıların tepesine monte edildiklerinde birkaç km'den duyulabilen çok büyük tiplere kadar değişir.

SİSMOLOJİ Bk. DEPREMBİLİM

SODYUM

Sodyum (simgesi *Na*, atom numarası 11, atom ağırlığı 23,0), ALKALİ METALLER'den biridir. Gümüş beyazı renklidir; havada hızla donuklaşır. Karanlıkta görülen yeşil bir fosforesans (Bk. LÜMİNESANS) yayar. Bir metal olarak çok hafiftir (yoğunluğu 0,93 gr/cm³) ve suda yüzer. Suyla tepkimeye girerek sodyum hidroksit (kostik soda) ve hidrojen verir:

$2Na$	+	$2H_2O$	⟶	$2NaOH$	+	H_2
sodyum metali		su		sodyum hidroksit		hidrojen

Sodyum metali, ilk olarak Sir Humphry DAVY'nin erimiş kostik sodanın (sodyum hidroksit) elektrolizini başardığı 1807 yılında yalıtıldı. Oysa bileşiklerinden ikisi, eski çağlardan beri bilinir. Bunlardan sodyum klorür (sofra tuzu, Bk. TUZ ÜRETİMİ), yaşamsal önem taşımasının yanı sıra, besinleri korumak ve tat vermek için çok eski çağlardan bu yana kullanılır. Öteki önemli bileşiğiyse, sodyum karbonat ya da sodadır. Sodyum karbonat doğada *natron* minerali olarak bulunur. Ayrıca, deniz kıyısında yetişen bitki küllerinin suyla işleme sokulmasıyla, çözelti biçiminde de elde edilmiştir. Kara ya da derin deniz bitkilerinin aynı yolla işlenmesiyle, «bitkisel alkali» ya da «potas» adı verilen benzer bir bileşik elde edilir. Bu bileşik, potasyum karbonattır (K_2CO_3).

Sofra tuzu ($NaCl$), soda (Na_2CO_3), *boraks* (sodyum tetraborat, $Na_2B_4O_7$) ve *Şili güherçilesi* (sodyum nitrat, $NaNO_3$) yataklarının yanı sıra, sodyum, genellikle alüminosilikat biçiminde, birçok kayada da yeralır.

Üretimi: Sodyumun, ilk olarak Davy tarafından, ELEKTROLİZ yoluyla elde edildiğini söylemiştik. Ama eski ticari üretim yöntemlerinde, büyük miktarlarda

elektrik enerjisinin ekonomik olarak elde edilememesi nedeniyle, bu teknikten yararlanılmadı. 1880 yıllarında sodyum, Castner tarafından geliştirilen bir yöntemle üretildi. Kostik soda ve zift biçiminde karbonun gözenekli demir varlığında 1 000°C'a ısıtılmasına dayanan Castner yönteminde, kostik soda, karbon tarafından metal sodyuma indirgeniyordu (Bk. YÜKSELTGENME VE İNDİRGENME). 1890 yıllarında elektrik üretim teknolojisinin ilerlemesi, Castner'ın Davy'nin özgün yöntemine dönmesine yolaçtı. Castner, elektrolit olarak kostik soda kullandı ve sodayı, erime sıcaklığının 10°C kadar üstünde tutarak, bir elektroliz hücresi geliştirdi. Kostik sodanın 318°C olan erime sıcaklığı, sodyum klorür ve sodyum karbonat katılarak 300°C'ın altına indirilir. Sodyum, hücrenin dibine kadar batırılmış bir demir çubuk olan *katot* (eksi elektrot) üstünde oluşur. Açığa çıkan sodyum, yoğunluğunun düşük olması nedeniyle, erimiş sodyum hidroksit yüzeyine toplanır ve bir kepçeyle alınır. Hidroksil iyonları, demir katodu halka biçiminde saran nikel *anot*a (artı elektrot) gider ve orada su ile oksijene dönüşür-

Islak bir yüzey üstüne yerleştirilen sodyum parçası, apansız tutuşarak yanar. (solda) Metal, suyla şiddetle tepkimeye girerek, sodyum hidroksit ve hidrojen gazı verir. Hidrojen gazı, tepkime ısısının büyüklüğü nedeniyle tutuşur.

İskoçya'daki bir reaktörün birincil pompası. (sağda) Bu pompa, reaktör çekirdeği çevresine sıvı sodyum pompalayarak, üretilen ısının hızla alınmasını sağlar.

ler. Su, elektrolit içinde çözünür, ya elektrolizlenir ya da yeni oluşmuş sodyuma giderek onunla tepkimeye girer. Her iki durumda da sodyumla birlikte hidrojen de oluşur ve hücrenin verimi yarıya düşer. Anot ile katot arasına bir nikel kafes yerleştirilerek, sodyumun anot bölgesine yayınması engellenir. Tersi, tehlikeli (patlayıcı) bir karışımın oluşmasına yolaçabilir.

Klorür elektrolizi yoluyla sodyum üretimi, Castner yönteminden çeşitli bakımlardan üstündür. Sodyum klorür, kaya tuzu yataklarından ya da deniz suyunun buharlaştırılması yoluyla kolayca elde edilebilir. Oysa Castner yönteminde kullanılan sodyum hidroksidin, tuzlu su elektroliziyle hazırlanması gerekir. Ayrıca, sodyum klorürün elektrolizinde hücrede su oluşmadığı için, en üst kuramsal verim % 100'dür; ne hidrojen, ne de oksijen oluşur ve anotta toplanan klor, değerli bir yan üründür. Bütün bu üstünlüklere karşılık, arı sodyum klorür 805°C'ta erir. Bu sıcaklıkta hem sodyum metali buharlaşır (877°C'ta kaynar), hem de sodyumun erimiş elektrolitteki çözünürlüğü, yöntemi kullanışsız kılacak oranda büyüktür. Bu sorunların ikisi de, sodyum karbonat katma yoluyla elektrolitin erime noktasının 600°C'ın altına düşürülmesiyle giderilir. Sodyum normal olarak, sodyum klorürden *Downs hücresi*nde üretilir. Castner hücresine benzeyen Downs hücresinde anot, karbondan yapılmış ve ortaya yerleştirilmiştir; sodyum, anodu çevreleyen demirden yapılmış katot üstünde oluşur. Downs hücresi, Castner hücresinin iki katı büyük akım şiddetiyle, ama onunkinin yarısı kadar bir gerilimle çalışır. Dolayısıyle, yöntemde kullanılan toplam enerji de daha fazla değildir. Sodyum klorürün kolay elde edilmesi ve yan ürün olarak klor vermesi, Downs yönteminin yaygın biçimde kullanılmasını sağlamıştır.

Kullanım alanları: Sodyumun başlıca kullanım alanı, sodyum bileşiklerinin üretimidir. Sodyum peroksit (Na_2O_2), sodyum metali üstünden 300°C'ta kuru hava geçirilerek elde edilir; hem kumaşların ağartılmasında kullanılır, hem de unun beyazlatılmasında gerekli olan benzoil peroksit ($(C_6H_5COO)_2$ gibi öteki ağartıcıların yapımında işe yarar. Sodyum siyanür ($NaCN$), büyük miktarlarda ALTIN üretiminde, çelik-

Bir kavanozda parafin yağı altında saklanan sodyum metali. (üstte) Sodyum, çok tepkin olduğu için, havayla temasını kesen yağ altında saklanır. Tersi, sodyumun hızla sodyum oksit vererek yükseltgenmesine yolaçar.

Bir sodyum buharı deşarj tüpü. (altta) Bu lambalar, sodyuma özgü sarı ışık verirler. Lambalar düşük basınç ve yüksek sıcaklıkta (yaklaşık 270°C) çalışırlar. Isı yitimini önlemek, böylece etkisini artırmak için lamba, camdan yapılmış bir vakum tüpü içine yerleştirilmiştir.

lerin yüzey sertleştirmesinde ve ELEKTROLİZLE KAPLAMA banyolarında kullanılır; iki aşamada hazırlanır. Önce sodyum metalinin 350°C'ta amonyak içinde ısıtılmasıyla, sodyum amit ($NaNH_2$) elde edilir. Bu bileşik, boyarmadde endüstrisinde ve PATLAYICILAR'dan biri olan kurşun azotür ($Pb[N_3]_2$) üretiminde kullanılır. İkinci aşamada sodyum amit, akkor halde odun kömürüyle tepkimeye sokularak, sodyum siyanür elde edilir.

Sodyum, deterjanlarda kullanılan sodyum alkil sülfatların yapımında da önemli yer tutar. Ayrıca, motor yakıtlarına vuruntuyu önlemek için katılan tetraetil kurşun ($Pb[C_2H_5]_4$), bir sodyum-kurşun alaşımının etil klorürle (C_2H_5Cl) tepkimeye girmesiyle elde edilir; sodyum metali, alüminyum-silisyum alaşımlarına % 0,1'den az oranlarda katılır.

Sıvı sodyum, yüksek ısı iletkenliği ve kapasitesi nedeniyle, bazı içten yanmalı motor valflarının üretiminde kullanılır. Valf gövdesi, valf başında kalan ısıyı alan sodyumla doldurulur. Sodyumun erime noktası, potasyum katılarak uygun bir biçimde düşürülebilir: % 23 sodyum, % 77 potasyum içeren alaşımın erime noktası —12°C'tır. Başka bir deyişle, bu alaşım, oda sıcaklığında, cıva gibi sıvıdır. Bu tür alaşımlar, yüksek sıcaklık termometrelerinde kullanılabilir.

Sodyumdan, elektrik enerjisi aktarımında iletken olarak da yararlanılır. İletkenliğinin hacim bakımından bakırın üçte biri kadar olmasına karşılık, ağırlık açısından bakırdan yaklaşık üç kez daha iyidir. Ayrıca sodyum, bakırdan ucuzdur.

Bazı sokak lambalarında, sodyum buharlarıyla doldurulmuş DEŞARJ TÜPÜ kullanılır. Sodyum atomundaki elektronlar, yüksek gerilim yardımıyla uyarılmış enerji düzeylerine çıkarlar ve temel enerji düzeylerine geri dönerlerken monokromatik (tekrenkli) ışık yayarlar. Tüplerin içine neon gazı doldurulduğunda, ısınma sonucu kırmızı ışık yayılır.

SOĞURMA YA DA ABSORPLAMA

Bk. SOĞURUM

SOĞURUM

Soğurum, hem soğurma (absorplama), hem de yüze tutunma (adsorplama) olaylarını içeren genel bir terimdir. Karmaşıklığı ve kullanıldığı çeşitli yararlı alanlar açısından çok önemli olan soğurumun uygulama alanları arasında, hava kirliliğinin denetimi, kurutma işlemleri ve çözücülerin ayrılması işleri sayılabilir. Yiyeceklerin, suyun ve içeceklerin temizlenmesi, renklerinin giderilmesi, yüze tutunma olayına dayanır. Birçok KATALİZÖR'ün etkisi de, soğurum olayıyla yakından ilgilidir.

Yüze tutunma: Bir gazın katı bir yüzeye tutunması iki biçimde gerçekleşebilir: *Kimyasal tutunma; fiziksel tutunma*. Fiziksel tutunmada, moleküllerin yüze tutunmasını sağlayan kuvvetlere «*Van der Waals kuvvetleri*» (bağları) denir. Bu olgu, yoğuşma olgusuna çok benzer. Dolayısıyle, kolay sıvılaşabilen gazlar ya da buharlar, en kolay yüze tutunabilenlerdir. Fiziksel tutunma, hızlı ve tersinir bir süreçtir. Yani, kimyasal değişikliklere gerek kalmadan gaz, yüzeyden ayrılabilir. Tutulmuş olan gaz miktarı ölçülerek, tutucunun (ya da katalizörün) yüzey alanı bulunabilir.

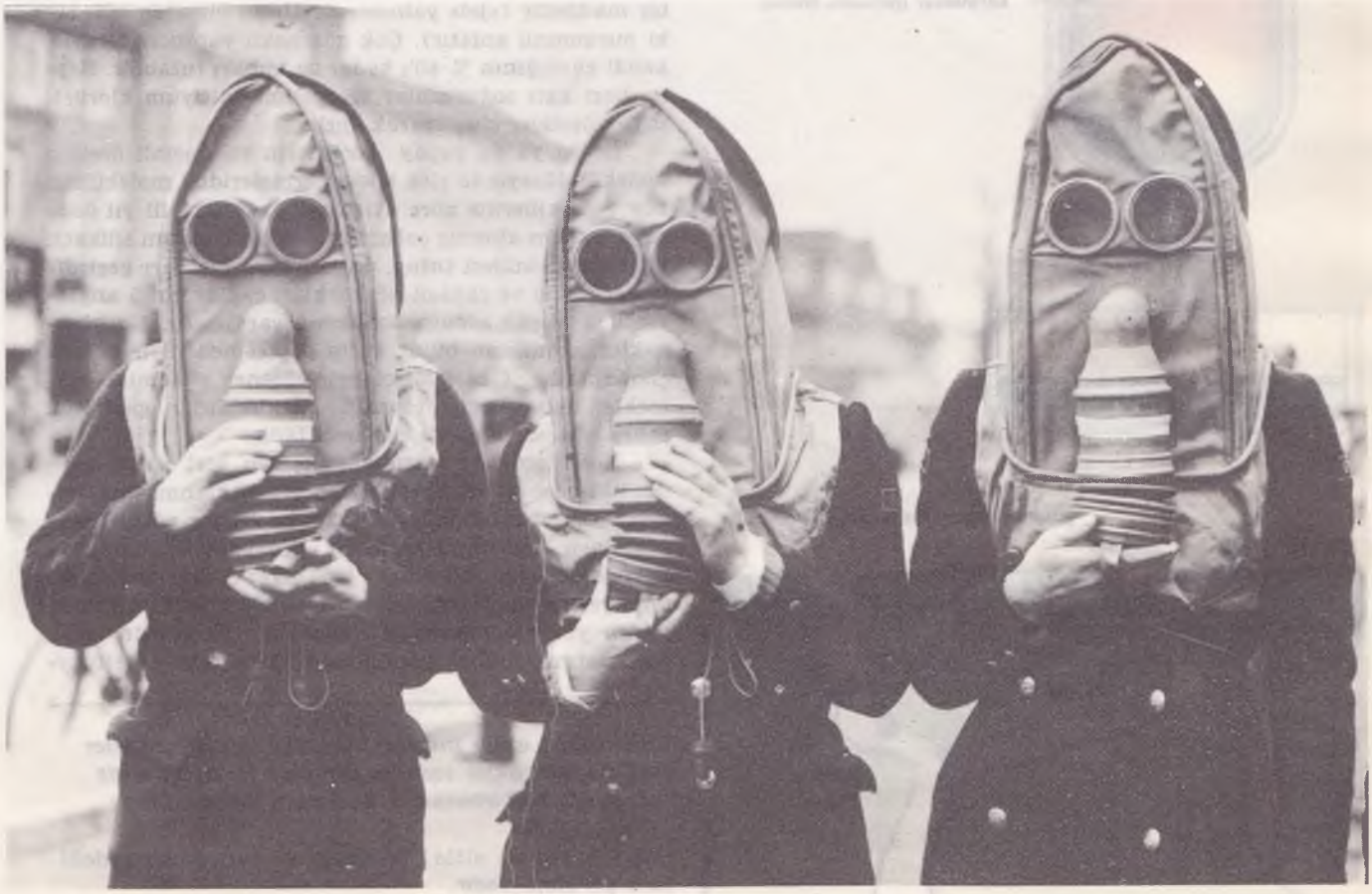
Kimyasal tutunmada, güçlü kimyasal bağlar söz konusudur. Kimyasal tutunmanın hızı, sıcaklığın yük-

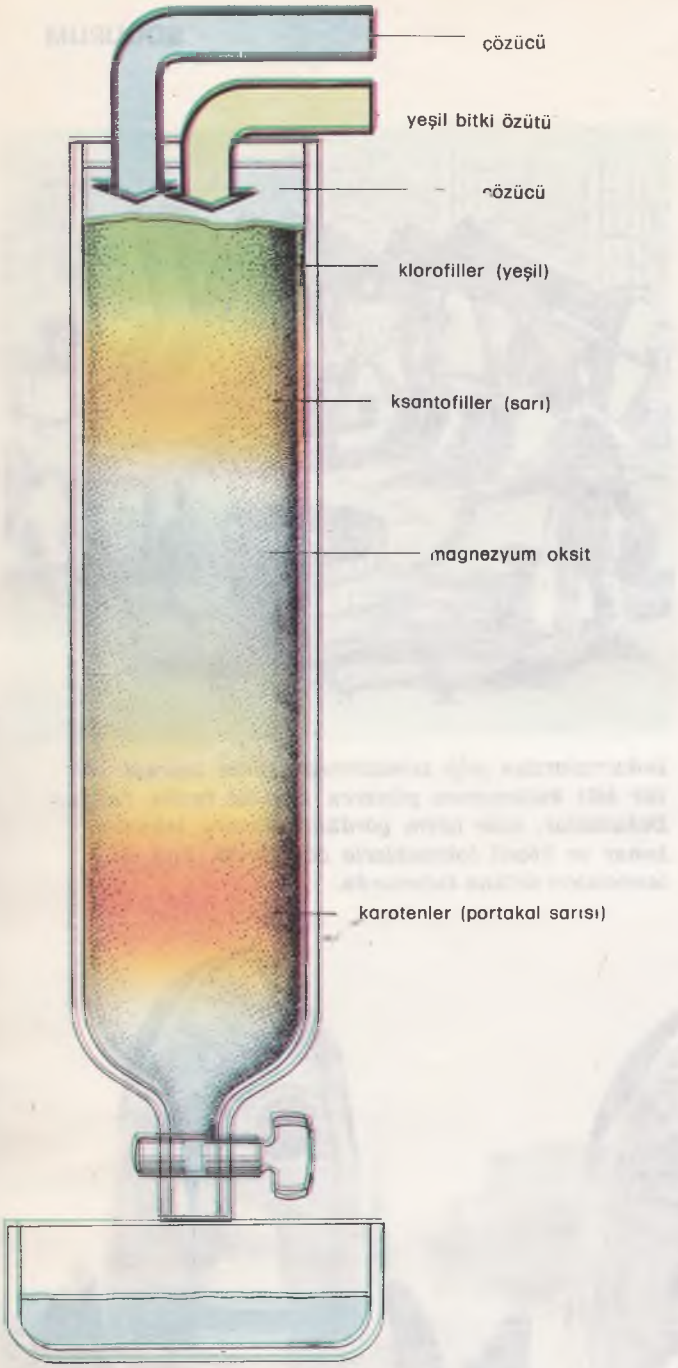
seltilmesiyle artırılabilir. Kimyasal tutunma genellikle tersinir değildir, yani tutunmuş moleküller kolayca yerlerinden ayrılamazlar ve kimyasal değişmelere uğrayabilirler. Bir katı katalizörle hızlandırılmış tepkimede zorunlu bir adım, tepkimeye giren bir ya da daha çok maddenin katalizörün yüzeyine tutunmasıdır. Son yıllarda, yeni tekniklerin geliştirilmesiyle, kimyasal olarak yüze tutunmuş olan moleküllerin durumları konusundaki bilgiler de genişletilmiştir. Sözgelimi, LEED (düşük enerjili elektron kırınması) yöntemi ya da kızılaltı TAYFÖLÇÜMÜ gibi yöntemler bunlardan bazılarıdır.

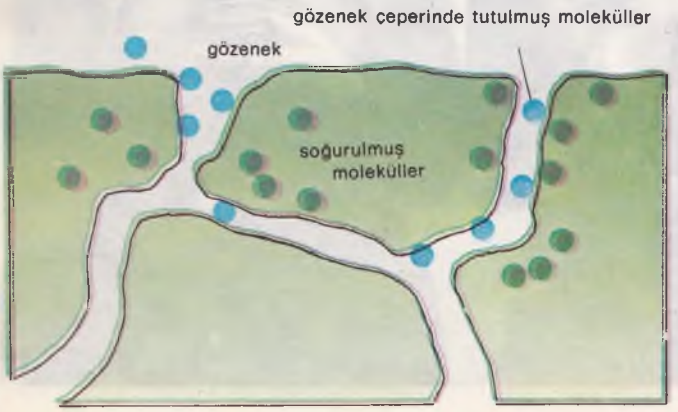
Soğurma: Bir katı ya da sıvının yüzeyine tutunmuş olan madde, o katı ya da sıvının içinde çözünerek ya da yeni bir kimyasal bileşik oluşturmak için onunla birleşerek, iç kesimlerde soğurulur. Paladyum (Bk. PLATİN GRUBU METALLERİ), metaller arasında büyük miktarda hidrojen soğurma özelliğiyle ilgi çekicidir. Soğurulmuş olan hidrojen atomlarının paladyum atomlarına oranı 3/5'e ulaşıncaya kadar soğurma sürer. Arı hidrojen elde etme yöntemlerinden biri, paladyum borularından hidrojen geçirmektir. Böylece, yal-

Dokumalardan yağı temizlemede fuller toprağı (bir tür kil) kullanımını gösteren eski bir resim. (üsite) Dokumalar, kille işlem gördükten sonra teknelere konur ve köşeli tokmaklarla dövülürdü. Yağ, kil tanecikleri üstüne tutunurdu.

Bu tür gaz maskeleri (altta), İkinci Dünya savaşında insanları solunum rahatsızlıklarından korumak için geliştirilmişti. Ana süzme maddelerinden biri, zehirli gazları çok iyi soğuran odun kömürüydü.







nızca istenmeyen moleküller geriye kalır. Kimya endüstrisinde çok sık kullanılan gaz-sıvı soğurma yönteminde gaz, uygun bir sıvıdan geçirilir; böylece bir tepkime başlatılıp, yabancı maddeler temizlenir.

Soğurucu maddeler: *Etkinleştirilmiş karbon*ların bir gramında, 1 000 m²'lik yüzey alanı bulunabilir. Söz konusu karbonların etkili soğurucular olması, yüzey alanlarının genişliğine bağlıdır. Her karbon taneciğinin içine işlemiş gözenekler vardır ve bu gözeneklerin çeperleri çok geniş bir *iç yüzey* sağlar. Etkinleştirilmiş karbon hazırlamak için, doğal olarak bulunan turba, odun, hindistancevizi kabuğu gibi maddeler önce kömürleştirilir, sonra 900 - 1 000°C'ta buharla tepkimeye sokularak gözenekli yapı geliştirilir. Soğurucu maddeler gözenek çaplarına göre sınıflandırılır. *Makropor*da *(büyük gözenekliler)* çaplar 200 angströmün üstündedir; *ara gözenekliler*de 20-200 angström arasındadır; *mikropor*lardaysa *(küçük gözenekliler)* gözenek çapları 20 angströmün altındadır (bir angström milimetrenin 10 milyonda birine eşit bir uzunluk ölçü birimidir). Değişik kullanımlar için çeşitli soğurucu özelliklerde etkinleştirilmiş karbon elde etmek, uygun hammaddelerle ve etkinleştirme işlemleriyle sağlanabilir. Etkinleştirilmiş karbonlar su ya da hava içindeki yabancı maddelerin soğurulması, şeker çözeltisinin arıtılması, yiyecek renklerinin açılması gibi birçok işte yaygın olarak kullanılır.

Silikajel, kurutucu olarak kullanılan sert, camsı bir maddedir («jel» yalnızca üretimin bir aşamasındaki durumunu anlatır). Çok gözenekli yapısı nedeniyle, kendi ağırlığının % 40'ı kadar su buharı tutabilir. Başka bazı katı soğurucular (sözgelimi kalsiyum klorür), suyu bileşikler oluşturarak alırlar.

Doğal ya da yapay *zoolit*lerin en önemli özelliği molekül düzeyinde elek işlevi görmeleridir; molekülleri boy ve şekillerine göre ayırırlar. Yaklaşık elli yıl önce suyu kısmen alınmış *çabasit*in (bir alüminyum silikat), küçük molekülleri tutup, daha büyük olanları geçirdiği görülmüş ve çabasit gözenekleri çaplarının 5 angströmden küçük olduğu sonucuna varılmıştır. Bu gözenekler, atomların billur kafes yapısı nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Gaz molekülleri, gözenek sistemine girmekte, daha küçük olanları, aralıklardan geçtikten sonra bazı boşluklarda tutulmaktadır.

Kalsiyum ve magnezyum içeren sert sular, çaydanlıklarda ve su borularında taş bağlanmasına neden olur ve sabunla yıkandığında gri bir çökelti oluşur. *İyon değiştirici reçine*ler, yüzeydeki iyon etkili bölgelerde sert kalsiyum ve magnezyum iyonlarını alıp, yerine yumuşak sodyum iyonları koyduklarından, suyun yumuşatılmasında kullanılır. Reçinenin suyu yumuşatma özelliği azaldığında, sofra tuzu çözeltisiy-

---

Bitki özütü aşağı indikçe, içindeki farklı maddeler magnezyum oksit tozu tarafından farklı biçimde tutularak, birbirlerinden ayrılırlar. (solda üstte)

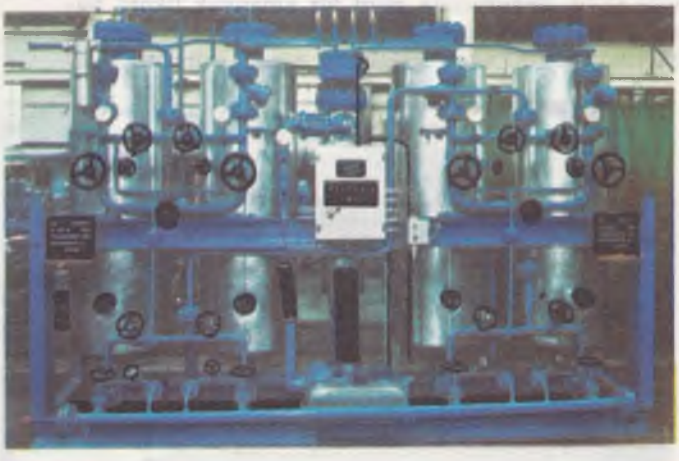
Çizimde (solda altta) soğurma ve tutma arasındaki fark görülmektedir.

le yenilenip, yüzeyi sodyum iyonlarıyla doldurulur.

Kimyasal ve biyolojik işlemlerde sık sık, bir karışımın içindeki maddeleri ayırmak gerekir. Bu amaçla katı soğurucuların, bazı maddeleri çok, bazılarını da az soğurma özelliğinden yararlanılır. 1906'da Rus biyologu Tswet, toz haline getirilmiş tebeşirle dolu bir cam tüpe bitki pigmentleri çözeltisi döktü, sonra bunu petrol eteriyle yıkadı. Biri yeşil klorofil olan bir dizi yatay bant oluşmaya başladı. Tebeşir tarafından az soğurulan pigmentler hızla aşağı inerken, çok soğurulan pigmentler geride kaldı. Zamanla KROMATOGRAFİ'nin başka türleri de geliştirildi (günümüzde gazlar ile sıvıların çözümlenmesinde ve ayrılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır).

Etkin bir katalizörde genellikle geniş bir yüzey aranır. Çünkü tepkimeye giren bir ya da daha çok madde, katalizörün yüzeyine kimyasal olarak tutunur. Katalizör olarak kullanılan bazı etkin maddeler, yüksek kararlılıkta yüzeylerle hazırlanamazlar ya da çok pahalı olabilirler. Sözgelimi platin, çok küçük miktarlarda kullanılabilir. Bu sorunların çözümü, katalizör olan maddeyi gözenekli bir katı maddenin yüzeyine dağıtmaktır. Katı madde olarak, alümina ya da odun kömürü kullanılabilir.

Bir uçağı nemden koruyan silikajelli PVC kılıf. (altta)



Karbon dioksidi temizleme ve kurutmada kullanılan donanımın kolonları, etkinleştirilmiş alüminyum oksitle doludur. (üstte)

Alttaki resimde modern bir biyoloji laboratuvarı görülmektedir. Ön planda sağda görülen aygıt, silikajel doludur; gazları kurutmada kullanılır.

SOĞUTMA

XIX. yüzyılda geliştirilmeye başlanan mekanik soğutma sistemleri özellikle A.B.D., Güney Amerika, Avustralya ve Yeni Zelanda'daki et üreticilerinin gereksinimleri sonucu ortaya çıktı. Söz konusu ülkelerdeki et üreticileri, ürünlerini Avrupa'daki pazarlara sürmekte çeşitli güçlüklerle karşılaşıyorlardı. 1830 yıllarında birçok deneysel sistem kuruldu. Bu sistemlerde, ya sıkıştırılmış hava ve karbon dioksidin genişlemesiyle ya da amonyak gibi uçucu sıvıların buharlaşmasıyla ortaya çıkan soğutucu etkiden yararlanılıyordu.

Et dondurmak için kullanılan ilk tesis, 1861'de T.S. Mort tarafından Avustralya'nın Sidney kentinde yapıldı. T.S. Mort daha sonra, New South Wales Fresh Food and İce Company'yi (Yeni Güney Galler Taze Et ve Buz Şirketi) kurdu. Kendi mezbahası, dondurma tesisi ve soğuk hava depoları bulunan şirket, soğutma sisteminde sıkıştırılmış amonyak kullanıyordu.

1870'ten önce gemilerde soğuk et (donma noktasının bir-iki derece altına kadar soğutulmuş et) taşımacılığı başlatıldı. Et, tuzla karıştırılmış buzla (buzun donma noktasını, dolayısıyle de sıcaklığı düşüren bir teknik) soğutulan yalıtılmış depolara konuyor, ama yöntem, yalnızca A.B.D. ile Avrupa arasındaki kısa mesafelerde kullanılabiliyordu. Soğuk et taşıyabilecek mekanik bir soğutma sistemiyle donatılmış ilk gemiye «*Frigorifique*» adı verildi. 1877'de gemi, Buenos Aires'ten (Arjantin) Rouen'e (Fransa) bir deneme seferi yaptı. Ama yolculuk sırasında et bozulduğu için, deney başarılı olmadı. Aynı yıl içinde «*Paraguay*» adlı bir gemi, sıkıştırılmış amonyak sistemiyle donatılarak, donmuş koyun etinden oluşan bir yükü Buenos Aires'ten Le Havre'a (Fransa) başarıyla taşıdı. 1880 yılında da «*Strathleven*» adlı bir başka gemi, Avustralya'dan yüklediği 40 ton donmuş etle Londra'ya (İngiltere) vardı.

Güvenilir elektrik motorlarının ve kent elektrik şebekelerinin ortaya çıkması, soğutma sistemlerinin

gelişmesine katkıda bulundu. Evlerde kullanılacak tipte ilk soğutma makinaları, Birinci Dünya savaşından kısa bir süre sonra pazara sürüldü. 1930'lardan sonra da dondurma birimleriyle (buzluk) donatıldı. Günümüzde kullanılmakta olan iki temel soğutma sistemi, *soğurmalı* ve *basınçlı* sistemleridir.

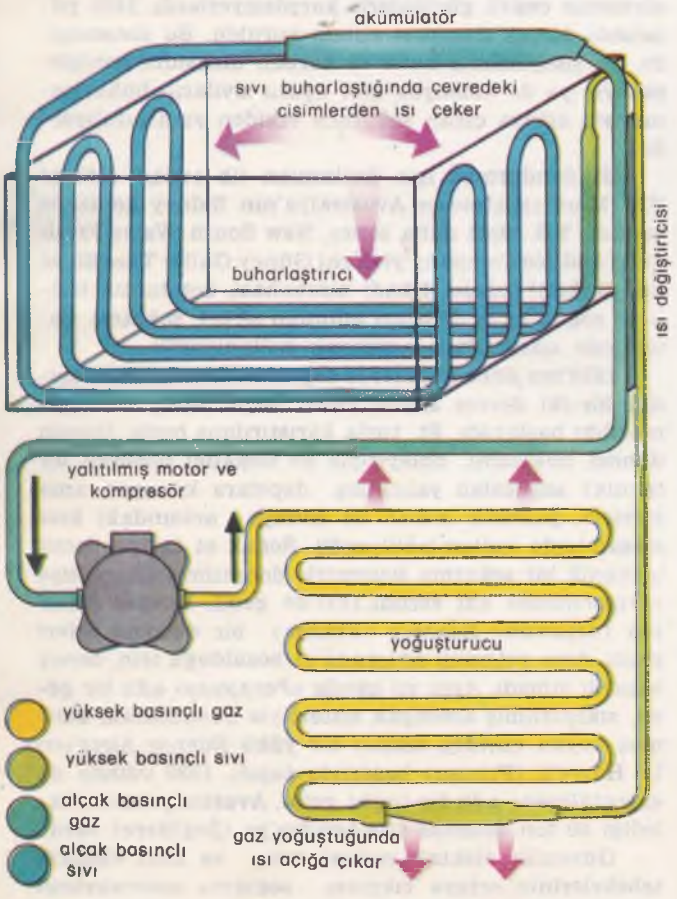
Temel ilkeler: Soğutmanın temel ilkeleri, bir akışkanın sıvıdan gaz ya da gazdan sıvı haline geçerken gösterdiği özellikten çıkarılmıştır. Gaz sıkıştırıldığında, sıcaklığı artar. Basıncı düşürülmeden sıcaklığı azaltılan gaz, sıvılaşır. Öte yandan, sıvılaşmış bir gazın basıncının düşürülmesi, gazın buharlaşmasına (kaynamasına) yolaçar (Bk. GAZ YASALARI).

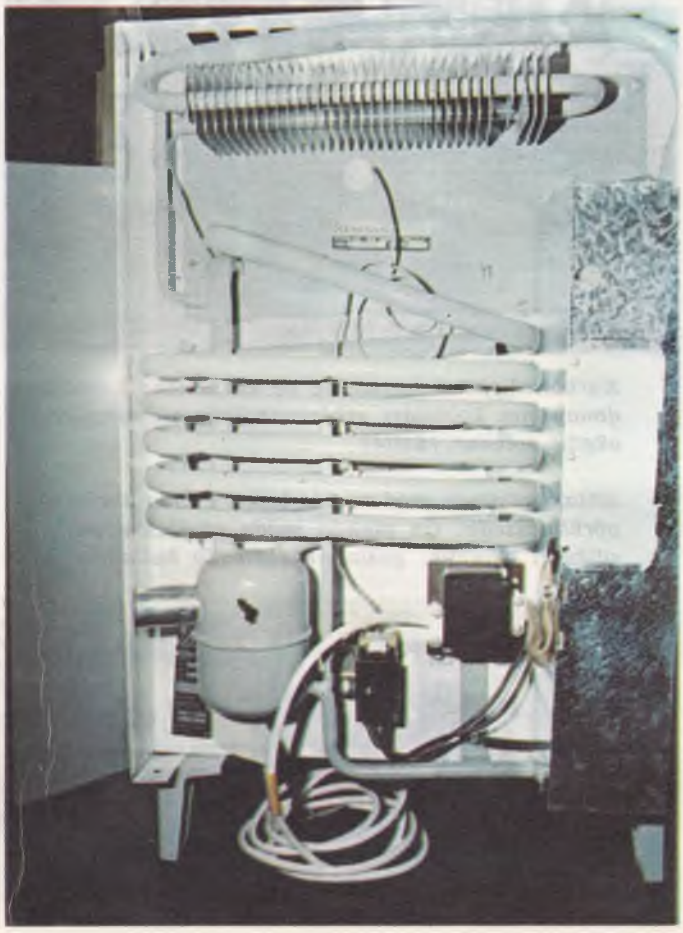
Bir akışkanın gaz halinden sıvı haline (ya da sıvıdan gaza) dönüştürülmesi, akışkandan gizli ısının çekilmesini (ya da verilmesini) gerektirir. Bu nedenle dönüştürme süreci, soğutmada kullanılabilir. Akışkana, sıvı halden gaz haline geçebilmesi için, gizli ısı verilmesi gerekir. Gazın sıvılaşması durumundaysa, gizli ısı açığa çıkar.

Soğutma sisteminde, akışkan *(soğutucu akışkan)*, soğutulan bölmenin içine yerleştirilmiş bir *buharlaştırıcı*nın içinde buharlaştırılır. Gizli ısının bu bölmeden alınmasıyla, bölmenin sıcaklığı düşürülür. Ardından akışkan, soğutulan bölmenin dışına yerleştirilmiş bir *yoğuşturucu*ya geçerek yoğuşur ve yeniden sıvı hale geçer. Akışkan yoğuşurken, soğutulan bölmeden soğurarak aldığı gizli ısıyı geri verir. Böylece, soğutma işlemi devam ettiği sürece, soğutucu akışkan, soğutulan bölmeden ısı alarak bunu çevredeki atmosfere bırakır.

Soğutulan bölme içindeki sıcaklık bir TERMOSTAT tarafından denetlenir. Termostat, soğutucu akışkanın akış hızını ayarlayarak, soğutma miktarını denetim altında tutar.

Soğurmalı sistemler: Soğurmalı sistemlerde amonyak kullanılır. Bunların en yalın tipi şöyle çalışır: Yoğun bir amonyak-su karışımı *(amonyak likörü)*, elektrikli ısıtma aygıtıyla ya da gaz ocağıyla, bir kazan ya da jeneratörde ısıtılır; sudan daha uçucu olan amonyak, buhar halinde çekilip alınır ve bir yoğuşturucu birime verilir; daha çok amonyak buharı geldikçe, yoğuşturma birimindeki basınç yükselerek, amonyağın sıvılaşma noktasına varır; yoğuşan amonyağın gizli ısısı, yoğuşturucu tarafından alınır. Sıvı amonyağın basıncı, bir genişleme supapından geçirilerek yüzde 85 kadar düşürülür ve soğutulan bölgenin içinde bulunan buharlaştırıcıya aktarılır; amonyak buharlaştırıcıya girince, buharlaşarak, çevresindeki cisimlerden ısı çekip, sıcaklıklarını düşürür. Buharlaştırıcının ikinci ucu *soğurucu*ya (soğutulan bölgenin dışında bulunur) açılır. Soğurucuda zayıf bir amonyak likörü bulunur. Bu likör soğurucuya, kazandan çıkıp bir ISI DEĞİŞTİRİCİSİ'nden geçtikten sonra gelmiştir. Bu-





harlaşmış amonyak, likör tarafından soğurularak buharlaştırıcıda düşük basınç yaratır. Böylece oluşan kuvvetli likör, ısı değiştiricisinden geçirilip, kazandan çıkan zayıf likör ısısının bir miktarını alması sağlanır. Kuvvetli likör kazana girerek dolaşımını sürdürür. Soğutucunun devre içinde dolaşması,yerçekimi kuvvetiyle ve ısıl sifon olayıyla sağlanabileceği gibi, gaz ya da petrolle çalışan sistemlerle ve küçük bir elektrikli POMPA'yla da sağlanabilir.

Basınçlı sistemler: Basınçlı sistemlerde soğutucu akışkan, bir KOMPRESÖR birimiyle dolaştırılır. Kompresör, bir elektrik motoruyla döndürülen bir kayışla çalıştırılabileceği gibi, kompresörün elektrik motorunun şaftına bağlanan elektrik motoru içeren birleşik bir birim de olabilir.

Kompresörün düşük basınç ucu buharlaştırıcıya, yüksek basınç ucuysa yoğuşturucuya bağlanmıştır. Kompresörden çıkan yüksek basınçlı soğutucu akışkan sıcaktır ve yüksek basıncın korunarak sıcaklığın düşürülmesiyle yoğuşturulur. Sıcaklığın düşürülmesi, yoğuşturucunun soğutulmasıyla sağlanır. Soğutucu, ya kompresör motorunun çevirdiği bir pervaneden gelen hava akımıyla ya da suyla soğutulan bir yoğuşturucu kullanılarak soğutulur. Küçük sistemlerde ısı, soğutma kanatlarından doğruca atmosfere atılabilir.

Donmuş besin endüstrisinde kullanılan bir «akışkan yatağı» soğutucusu. (sağda üstte) Dondurulacak besin, hazırlandıktan sonra, soğutucunun ağ biçimli kayışına yerleştirilir. Kayış ilerlerken, içinden üflenen soğuk havayla besin dondurulur.

Sıvı azotla soğutulan koruyucular içinde depolanan donmuş boğa spermaları. (sağda altta) Yapay dölleme yoluyla bir boğadan alınan spermalarla, bir yıl içinde yaklaşık 2 bin inek döllenebilir.

Basınçlı türdeki bir soğutucuda, soğutucu akışkanın buharlaştırılmasıyla soğutulan bölmenin gizli ısısı alınır. (soldaki resim ve çizim) Soğutucu akışkan,sıkıştırılarak yoğuşturulur ve gizli ısısını yoğuşturucunun boruları içinde açığa çıkarır. Bu ısı, atmosfere bırakılır.

SOĞUTMA SİSTEMLERİ (motorlarda)

Soğutucu akışkan, yoğuşturucu ile buharlaştırıcı arasındaki basınç farkını koruyan bir supaptan geçerek buharlaştırıcıya girer. Soğutucu akışkanın buharlaştırıcı içinde hareket etmesi, kompresör tarafından yaratılan alçak basınçla sağlanır. Soğutucu akışkan buharlaştığı zaman, soğutulan bölgeden ısı çeker. Evlerde kullanılan soğutucularda, buharlaştırıcının boruları genellikle buzluğun çevresine yerleştirilir. Soğutucu etkinin bütün soğutucuya yayılmasıysa, soğutucu içindeki havada oluşan hava akımlarıyla sağlanır.

Soğutucu akışkanlar: Basınçlı sistemlerde soğutucu olarak kullanılmaya elverişli pek çok akışkan vardır. Bunlar arasında karbon dioksit *(CO_2)* ve kükürt dioksit *(SO_2)* de yeralır. Ama en kullanışlısı, «*freonlar*» adı verilen halojenleştirilmiş hidrokarbonlar grubudur: Freon-12 (diklorodiflüorometan, *CCl_2F_2);* freon-11 (trikloromonoflüorometan, *CCl_3F);* freon-113 (triklorotriflüoroetan, *$C_2Cl_3F_3$);* freon-114 (diklorotetraflüoroetan, *$C_2Cl_2F_4$*). Bu gazlar hem soğutucular için gerekli özellikleri taşırlar, hem de korozyon etkileri yoktur.

Uygulamalar: Evlerde, besin depolamasında ve satış yerlerinde, hem soğurmalı, hem de basınçlı tipte soğutucular geniş çapta kullanılmaktadır. Ancak, çok fazla soğutma gereken yerlerde her zaman daha etkili ve verimli olan basınçlı sistem kullanılır. Soğurmalı tipin bir üstünlüğü, basınçlı sistemden daha sessiz olması ve hiç bir hareketli parça içermemesidir. Ancak, bu tipin kullanım alanı genellikle, küçük aygıtlarla sınırlıdır.

Soğuk hava depolu tesislerde, yüzlerce ton soğutucu akışkan ve birkaç tane kompresör birimi bulunur. Depolama bölgesi, ya soğutucunun sarmal biçimli borulardan geçirilmesiyle, ya bir tuzlu suyun bir ısı değiştiricisinde soğutucu akışkanlı borularla deponun içinden geçirilmesiyle ya da bir İKLİMLEME tesisinde olduğu gibi, bir soğuk hava dolaşım sistemiyle soğutulabilir.

Buz pistleri, buz yüzeyi altında bulunan bir bakır boru sisteminin içinden soğutucu akışkan geçirilerek soğutulur. İlk buz pisti 1876'da Londra'da yapılmış, gliserin ile su karışımından oluşan soğutucu akışkan, bakır borular içinden geçirilmiş ve eterin buharlaştırılmasıyla soğutulmuştur.

Soğutmanın öteki uygulamaları arasında, besin taşımacılığında kullanılan (gerek karayolu, gerek demiryoluyla) soğutma sistemli araçlar, soğutma sistemli gemiler, sıvılaştırılmış gazların taşınması ve depolanması, endüstri ve mühendislik işlemleri, donmuş besin üretimi sayılabilir.

12 Kasım 1892 tarihli «Le Petit Journal» gazetesinden alınmış, Paris'teki «Pôle Nord» (Kuzey Kutbu) adlı buz pistini gösteren bir resim. (altta) Pistte 5 bin metrelik soğutma borusu bulunuyordu

SOĞUTMA KULESİ Bk. ELEKTRİK SANTRALI

SOĞUTMA SİSTEMLERİ (motorlarda)

İÇTEN YANMALI MOTOR'un içinde çok yüksek çalışma sıcaklıkları oluştuğundan, hareketli parçaların *sarmasını*, yani pistonların silindirlerin içinde sıkışmasını önlemek için, sistemin soğutulması gerekir. Soğutma sistemlerinin iki önemli türü vardır: Su soğutmalı sistemler; hava soğutmalı sistemler.

Su soğutmalı sistemler: Bu sistemlerde bakır ve pirinçten yapılan bir *radyatör* bulunur. Bu radyatörler pahalıdır, ama paslanmazlar. Radyatörün üst bölümünde yeralan pirinçten yapılmış depo, alt bölümde bulunan bir başka pirinç depoya çok sayıda kanatlı bakır boruyla bağlıdır. Sistemin bir başka önemli parçası da, genellikle motorun ön bölümüne yerleştirilen ve hareketini bir kayış aracılığıyla krank milinden alan su pompasıdır (buna «devridaim pompası» denir).

Motor bloğu ile silindir kafası dökümdür ve içlerinde su kanalları yeralır. Blok ile kafa, lastik hortumlarla radyatöre bağlanır. Motor çalışırken su, radyatörün altından, bloğun içindeki su ceketine pompalanır. Bloğun içinde silindirlerin çevresinden dolaşıp,

yanma odasının (motorun en sıcak bölümü, karışımın ateşlendiği yer) yanından geçerek, kafa contasından kafaya varır. Oradan da, sıcaklığa bağlı olarak çalışan bir çekvalf olan TERMOSTAT'a ulaşır. Motor soğuksa, su gerekli çalışma sıcaklığına erişinceye kadar, termostat kapalı bulunur. Bundan sonra termostat açılır ve su, üstteki hortumdan radyatöre geri dönüp, bakır borulardan aşağı geçerken soğur.

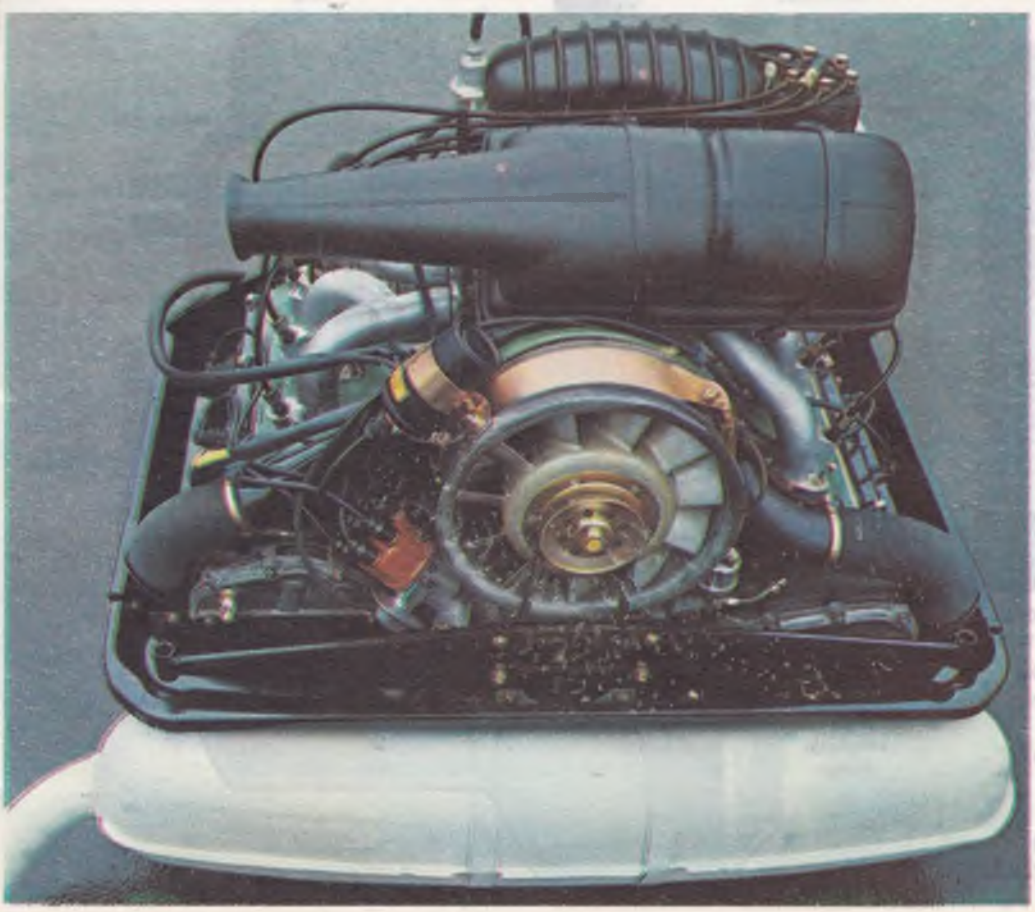
Vantilatör motorun önünde, radyatörün hemen arkasında yeralır. Araç hareket ederken radyatörden geçen hava, suyu soğutmaya yetebilir; ama durduğu yerde çalışırken, motorun ısınmaması için vantilatör gereklidir. Vantilatör genellikle bir kayış aracılığıyla krank milinden hareket alır. Kanatlarının eğimi değişebilen vantilatör modelleri de vardır. Eğim değişikliği, ya başka bir termostatla ya da vantilatörün hızına bağlı olarak merkezkaç kuvvet yardımıyla sağlanır. Bazı vantilatör türleri de elektrik motorlarına bağlıdır. Termostatlı bir anahtar, gerektiği zaman bu vantilatörleri çalıştırır ve durdurur.

Su donduğu zaman genleştiğinden, blok içinde suyun donması çatlamalara yolaçabilir. Bu yüzden, soğuk havalarda sisteme *antifriz* eklenmesi gerekir. Antifriz olarak donma derecesi suyunkinden çok daha düşük olan alkol bileşikleri kullanılır. Günümüzde birçok otomobilde, fabrikadan çıkışta konulan «kalıcı» antifriz bütün yıl boyunca kullanılmaktadır.

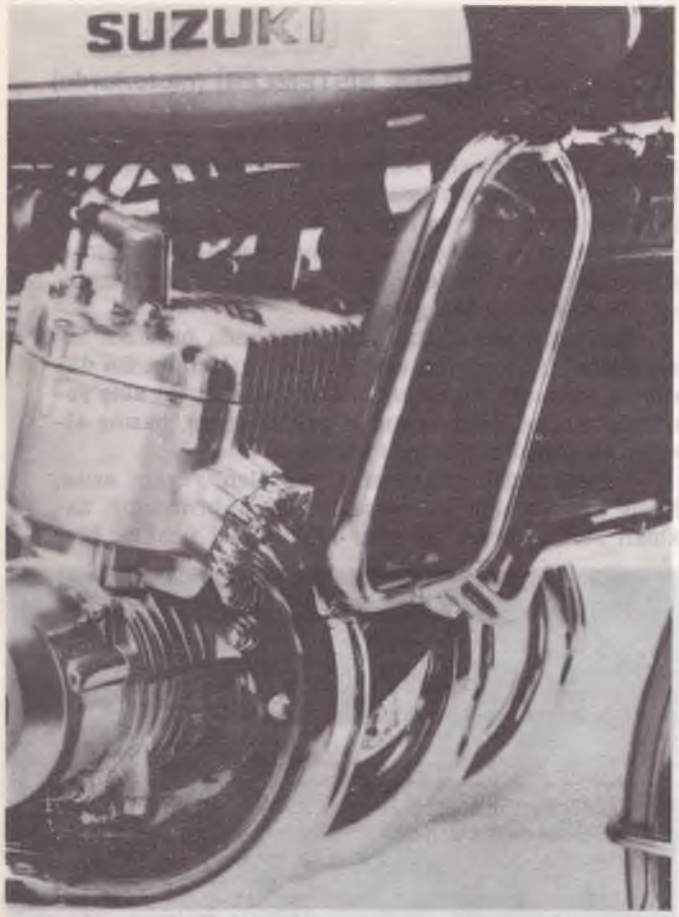
Su soğutmalı sistemler, kaynama derecesini yükseltme, böylece motor verimini ve radyatörün ısıl genleşme katsayısını artırma amacıyla, genellikle basınçlı yapılırlar. Bu sistemlerdeki radyatör kapağı, basınca dayanıklı yapılmıştır ve motor aşırı ısındığı zaman suyun soğuması beklenmeden kapak açılmak istenirse, çok dikkatli olmak gerekir.

Radyatör paslanmaz, ama kirli suda bulunan taneciklerle ve motordan gelen pasla tıkanabilir. Bu durumda en doğru uygulama, radyatörü normal akış yönünün tersine, yani aşağıdan yukarı doğru, basınç altında kimyasal maddelerle temizlemektir.

Su soğutmalı sistemlerde görülen yaygın arıza, lastik hortumların patlaması ve su sızdırmasıdır. Eskiden otomobillerin gösterge tablosunda, sıcaklık gös-



Yüksek performanslı 2,7 litrelik Porsche motoru. (solda) Üstten supaplı ve eksantrik mili üstte olan altı silindirli bu motorda. krank sekiz yataklıdır ve motor havayla soğutulur. Kayışla çevrilen vantilatör ve hava boruları, ön planda görülmektedir. Egzoz supapları (üstte kesiti görülmektedir), supap kafasının soğumasını sağlama amacıyla sodyumla doldurulmuştur. Sodyum eriyerek sistem içinde dolaşmaya başlar. Yağlama sistemi, en üst soğutmayı sağlayacak biçimde yapılmış, motora yağ akışını engellemeyen bir yağ filtresi ile termostatlı bir yağ soğutucusu takılmıştır. Hava soğutmalı sistemlerde radyatöre gerek kalmaz.

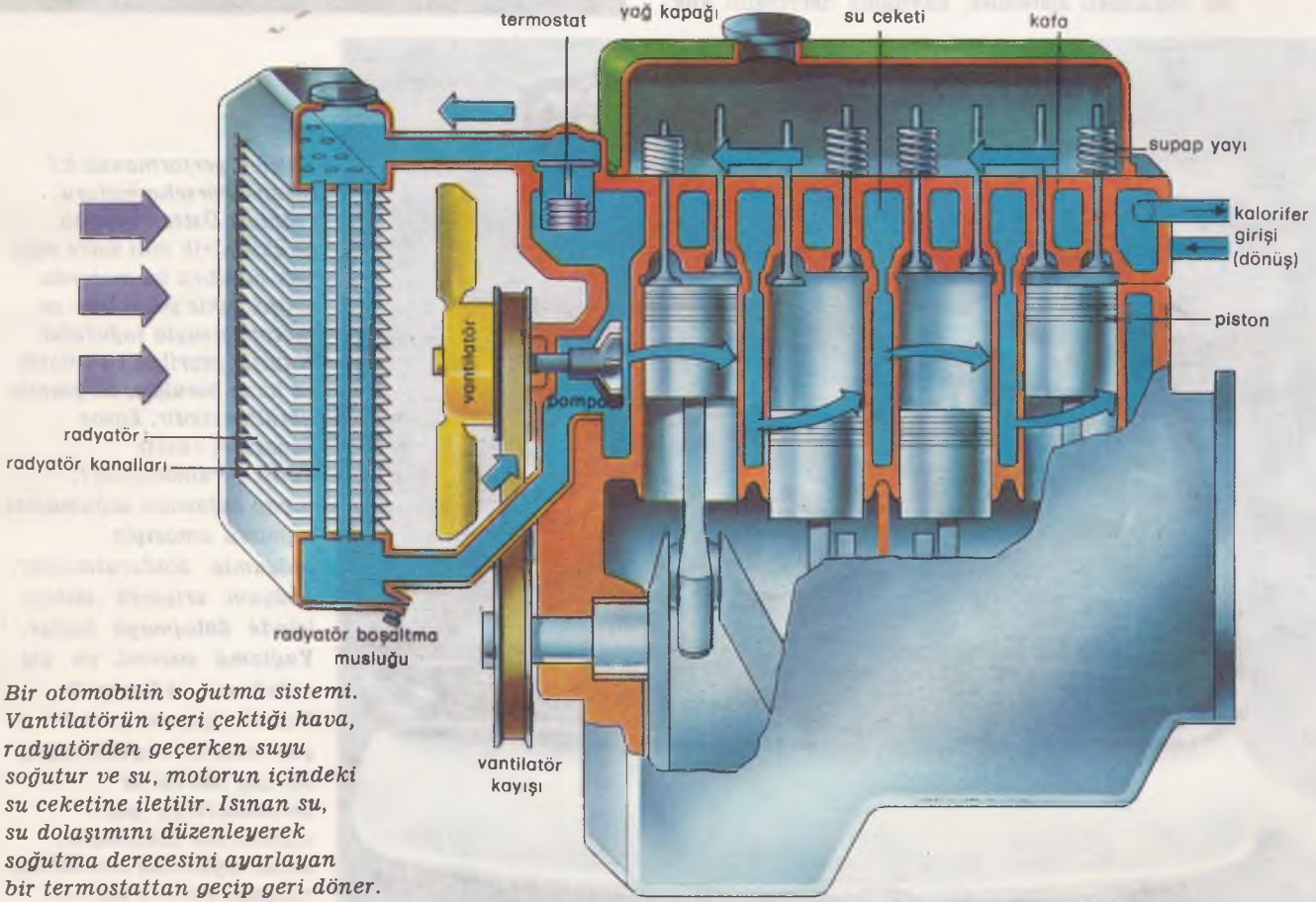


tergeleri yeralırdı. Ama bu göstergelerin yerini, yapımcıların tasarruf sağlama girişimleri sonucu, uyarı ışıkları almıştır.

Hava soğutmalı sistemler: Hava soğutmalı motorlarda (sözgelimi Volkswagen marka otomobillerin bazı modelleri) ısının kolayca dışarı atılması için, silindirlerin üstünde yüzeyi genişleten kanatlar bulunur. Büyük bir vantilatör havayı içeri çeker. Motorun sıcaklığına bağlı olarak çalışan bir termostat, havayı, ya bu kanatlara doğru ya da kanatlardan dışarı doğru yöneltir. Sistemin en önemli üstünlüğü, motor dökümünün daha yalın olması ve radyatöre, su pompasına, hortuma, antifrize gerek kalmamasıdır.

Ancak, motor büyüdükçe daha büyük vantilatör gerekeceğinden, hava soğutmalı sistemlerin verimi azalır. Su, havadan çok daha etkili bir soğutucudur. Ayrıca, hava soğutmalı motorların çalışması da daha gürültülüdür. Çünkü, hem vantilatörler devridaim pompalarından daha çok gürültü yapar, hem de so-

738 cm³'lük üç silindirli Suzuki marka motosiklet motoru. (solda) Bu tür motorların çoğu hava soğutmalıdır, ama bunda bir radyatör (kromajlı çubuklarla korunmuştur) ve suyun sıcaklığını denetleyerek gerektiği zaman elektrikli bir vantilatörü çalıştıran bir termostat yeralmaktadır.



Bir otomobilin soğutma sistemi. Vantilatörün içeri çektiği hava, radyatörden geçerken suyu soğutur ve su, motorun içindeki su ceketine iletilir. Isınan su, su dolaşımını düzenleyerek soğutma derecesini ayarlayan bir termostattan geçip geri döner.

ğutmalı motorlardaki su tabakası, motordan gelen mekanik gürültünün büyük bölümünü geçirmez. UÇAK MOTORU da normal olarak havayla soğutulur; uçak pervanesinden vantilatör olarak yararlanılabilir.

SOLDURMA Bk. AĞARTMA

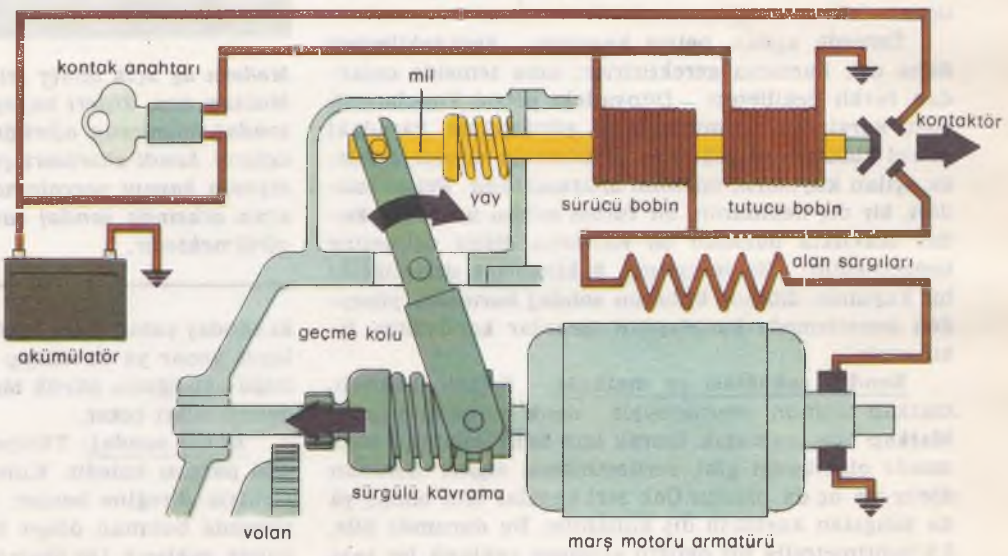
SOLENOİT

Solenoit (ya da *sarmal bobin*), yalın bir bobinden oluşan bir elektrik öğesidir. Silindir biçimli bir çekirdeğin çevresine tel sarılmasıyla elde edilir. Telden akım geçtiğinde (Bk. ELEKTROMAGNETİZMA), bir magnetik alan oluşur. Bu magnetik alan, anahtarların, ŞALTER'lerin, vb. öğelerin çalıştırılmasında kullanılır. Dolayısıyle, solenoit, bir tür elektromıknatıstır.

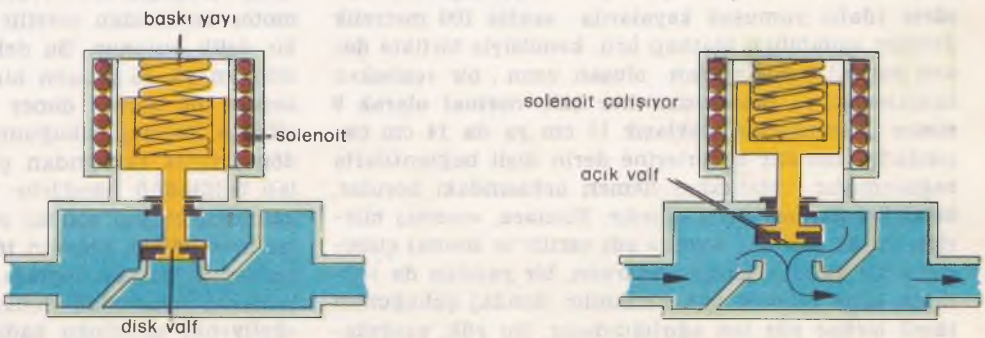
Solenoitin çevresindeki magnetik akı çizgileri, tıpkı bir çubuk mıknatısınki gibidir (Bk. MAGNETİZMA). Solenoit yatay düzlem içinde serbestçe salınacak biçimde askıya alınırsa, yerin magnetik alanından ötürü kuzey-güney doğrultusunu alır. Solenoitin uç bölgeleri, çubuk mıknatısın kutupları gibi, bobinden geçen akımın yönüne bağlı olarak değişir.

Solenoit içindeki magnetik alan şiddeti, büyük ölçüde düzgündür; ancak uçlara yaklaşıldığında, bu özellikte sapmalar görülür. Kutup bölgelerinde, alan şiddeti, solenoitin merkezindeki şiddetin yarısına düşer. Bobin içinde, uçlardan bobin çapının 3 1/2'si kadar olan uzaklıklarda oluşan alan şiddeti, kuramsal olarak hesaplanan alan şiddetinin % 99'u düzeyindedir. Bu yüzden uygulamada, bir solenoitin boyu, çapının en az yedi katı büyüklüğünde olmalıdır.

Uygulama alanları: Solenoitin oluşturduğu magnetik alandan, marş motorlarının, devre kesicilerin, vb. çalıştırılmasında yararlanılır. Sözgelimi, solenoit sistemler, otomobillerdeki marş motorlarının çalıştırılmasında yaygın biçimde kullanılırlar. Marş motoru üstünde, biri «sürücü», öteki «tutucu» olan iki solenoit bulunur. Bobinlerin ortasından bir mil geçer. Milin bir ucu bir kola bağlıdır. Bunun yardımıyla marş motoru, istendiğinde volan dişlisine bağlanabilir ya da ayrılabilir. Milin öteki ucuysa, bir devre anahtarına bağlanmıştır. Kontak anahtarı çevrildiğinde, sürücü bobin, mili sağa doğru çeker; böylece marş motoru pinyonu, volan dişlisine geçer. Milin öteki ucu da devre anahtarını çalıştırıp, «tutucu» bobinden akım geçmesini sağlar. Ama sürücü bobin bu sırada kısa devreye alınmış olur. Bunun nedeni, sürücü bobinin, milin konumunu korumak için akümülatörden gereğinden fazla akım çekmesidir. Motor çalışır çalışmaz, kontak



Çoklu kontaklar içeren solenoitle çalışan döner anahtar. (üstte) Bir tırnak mekanizması ve bir elektromıknatıs, gereken kontakları sağlar.



Solenoitin iki ayrı uygulaması. (sağda) İçten yanmalı motorlarda, marş motoru iki solenoitle çalıştırılır. Bunlardan biri sürme görevi yaparken, ikincisi, marş motorunun çalışması boyunca, marş pinyonunu volan dişlisine takılı tutar.

anahtarı serbest bırakılır. Böylece, «tutucu» bobinin akımı kesilir ve sistemdeki yay yardımıyla mil, ilk konumuna döner; marş dişlisi de volan dişlisinden ayrılmış olur.

Çalışması güç gerektiren yalın anahtarlarda, sözgelimi merkezî ısıtma sistemlerindeki valflarda, solenoit valf diskini açıp kapamak için gereken güç, bobinden sağlanır. Disk, bir mille solenoitin çekirdeğine bağlanmıştır. Solenoitten akım geçmediği zaman disk, valfı bir yay yardımıyla kapatır. Akım geçtiğindeyse, oluşan magnetik alan, şaftı ve ona bağlı diski çekip, valfı açar. Akım kesilir kesilmez, yay, diski başlangıç konumuna döndüreceğinden, valf yeniden kapanır.

SONAR Bk. ASDİK YA DA SONAR

SONDAJ KUYUSU, PETROL

Petrol üreten ilk kuyu 1859'da Pennsylvania'da (A.B.D.) açıldı. O tarihten bu yana, dünyada iki milyondan çok sondaj yapıldı. Bunların birçoğundan, ticari miktarlarda petrol çıkarılamadı; buna karşılık, bazılarından olağanüstü derecede çok petrol alındı. Sondaj kuyusu açma, çok pahalı bir iş, bir anlamda da bir kumardır. Bu nedenle, ön araştırmalar büyük önem taşır.

Denizde açılan petrol kuyuları, karadakilerden daha çok harcama gerektirirler; ama temelde onlardan farklı değillerdir. Dünyadaki petrol kuyularının çoğu karalarda açılmıştır. Ama günümüzde, karadaki petrol alanlarının çoğunun işletilmekte olması, denizde açılan kuyuların önemini artırmaktadır. Petrol sondajı, bir diş hekiminin, bir futbol sahası uzunluğu kadar uzaklıkta bulunan bir hastanın dişini delmesine benzetilebilir. Bu benzetme, 8 kilometre derinlikteki bir kuyunun dibinde bulunan sondaj borusunu yüzeyden denetlemede karşılaşılan sorunlar konusunda fikir verir.

Sondaj çubukları ve matkabı: Petrol sondajı, matkap ucunun çevrilmesiyle delik açılarak yapılır. Matkap ucu, yumuşak toprak için balık kuyruğu biçiminde olabileceği gibi, sertleştirilmiş dişleri bulunan döner bir uç da olabilir. Çok sert kayalar için elmas ya da tungsten karbürlü diş kullanılır. Bu durumda bile, 2,5 santimetrelik bir deliğin açılması yaklaşık bir saat sürer (daha yumuşak kayalarda saatte 100 metrelik delikler açılabilir). Matkap ucu, kendisiyle birlikte dönen sondaj borularından oluşan uzun bir «çubuk»a bağlanmıştır. Borulardan her biri, normal olarak 9 metre uzunluğunda, yaklaşık 11 cm ya da 14 cm çapındadır. Borular birbirlerine derin dişli bağlantılarla bağlanmıştır. Matkabın hemen arkasındaki borular, öteki borulardan daha ağırdır. Bunlara, «sondaj bileziği» ya da «sondaj boynu» adı verilir ve sondaj çubuğunu bir yandan gergin tutarken, bir yandan da toprağın içine çekmek için kullanılır. Sondaj çubuğunun tümü birkaç yüz ton ağırlığındadır. Bu yük, aşağıdaki sondaj çubuğunun üstüne bindirilirse, çubuk ya kolayca kopar ya da sıkışıp kalır. Bu yüzden, sondaj çubuğu ağırlığının büyük bir bölümünü, yüzeydeki delme donanımları çeker.

Modern üç uçlu döner jet-matkapları. (üstte) Matkap ucu, dişleri kayaya doğru bastırmak için sondaj boynunun ağırlığı altında çalışır. Bu, ayrıca, uçların kendi eksenleri çevresinde dönmesini ve dişlerin kayayı parçalamasını sağlar. Resimde, her ucun arasında sondaj çamurunun çıktığı delikler de görülmektedir.

Döner sondaj: Yüzeydeki donanımın en göze çarpan parçası kuledir. Kule, 60 metre yüksekliğinde bir elektrik direğine benzer. Sondaj çubuğu, kulenin tabanında bulunan döner bir tabla aracılığıyla, deliğin içinde yaklaşık 120 devir/dakikalık bir hızla, güçlü bir motor tarafından çevrilir. Döner tablanın ortasında bir delik bulunur. Bu delikten bir boru uzunluğunda dörtgen ya da altıgen bir boru geçebilir. «*Kelly*» adı verilen bu boru, döner tabla tarafından çevrilir. «Kelly», sondaj çubuğunun en üstteki bölümüdür ve döner tabla tarafından çevrildikçe çubuğun geri kalan bölümünü döndürür. «Kelly», borular ve matkap ucundan oluşan sondaj çubuğu, kablolar ve makaralar aracılığıyla, kulenin tepesinden sarkan bir kancaya asılır. Matkap toprağı deldikçe, «kelly» de döner tablanın ortasındaki delikten aşağı kayar. Matkap ucu «kelly»nin uzunluğu kadar alçalınca, sondaj çubuğu

olduğu yerde sıkıştırılır. «Kelly» yerinden çözülür, çubuğa yeni bir sondaj borusu eklenir, «kelly» yeniden yerine takılır ve sondaj işlemi sürdürülür.

Altı bin metrelik bir kuyunun açılması için, bu işlemin 600 kezden çok yinelenmesi gerekir. İşlemin her yinelenişinde, bir grup işçi, boruları bağlamak ve çözmek, kamaları bağlamak ve çözmek, yığından yeni bir boru almak gibi çok güç ve yorucu işler yapar. Çok gelişmiş bir iş becerisinin yanı sıra, çok yorucu bir çalış-

1859'da Pennsylvania'da (A.B.D.) Albay Drake tarafından açılan ilk kuyu. (sağda) Sondaj kuyusu, su kuyusu açmak için kullanılan kuyulara benzetilerek kurulmuş ve 21 metre gibi sığ bir derinlikte petrol bulunmuştu.

Avustralya'daki araştırmalarda kullanılan bir deniz sondaj platformu. (altta)

ma, petrol kuyusu açmanın en önemli bölümüdür. Sondaj sürdükçe, matkap körelir. Sert kayada çalışılıyorsa, körelme birkaç saat içinde ortaya çıkabilir. Bu durumda, matkap ucunun değiştirilmesi için, sondaj çubuğunun delikten çıkarılması gerekir. Söz konusu işlemin tamamlanması bir gün alabileceğinden, sondaj borusu delikten çıktıkça, borular, birer birer değil, üçer üçer sökülür.

Delme sırasında, özel olarak hazırlanmış bir «çamur», borulardan aşağı pompalanır. Genellikle su içinde bir koloit asıltı halinde olan bu çamur, matkap ucundaki bir delikten yükselerek, delme boruları ile delik arasındaki boşluktan yeniden yüzeye çıkar. Söz konusu boşluğu, matkap çapının boruların çapından büyük olması yaratır. Çamur, kuyu içinde oldukça yavaş dolaşıp, sondaj borusunu soğutur ve yağlar. Ayrıca, delme sırasında ortaya çıkan artıkları yüzeye çıkarır. Çamur, artıkları temizlendikten sonra yeniden kullanılır: Yüzeye dönen çamur, deliğin kenarlarını sıvayarak, kuyunun yanlara doğru kazılmasını önler. Çamurun bir başka işlevi de, gaz ya da petrol çıkışını denetim altına almaya yardımcı olmasıdır. Çamur sütununun ağırlığı, ge-

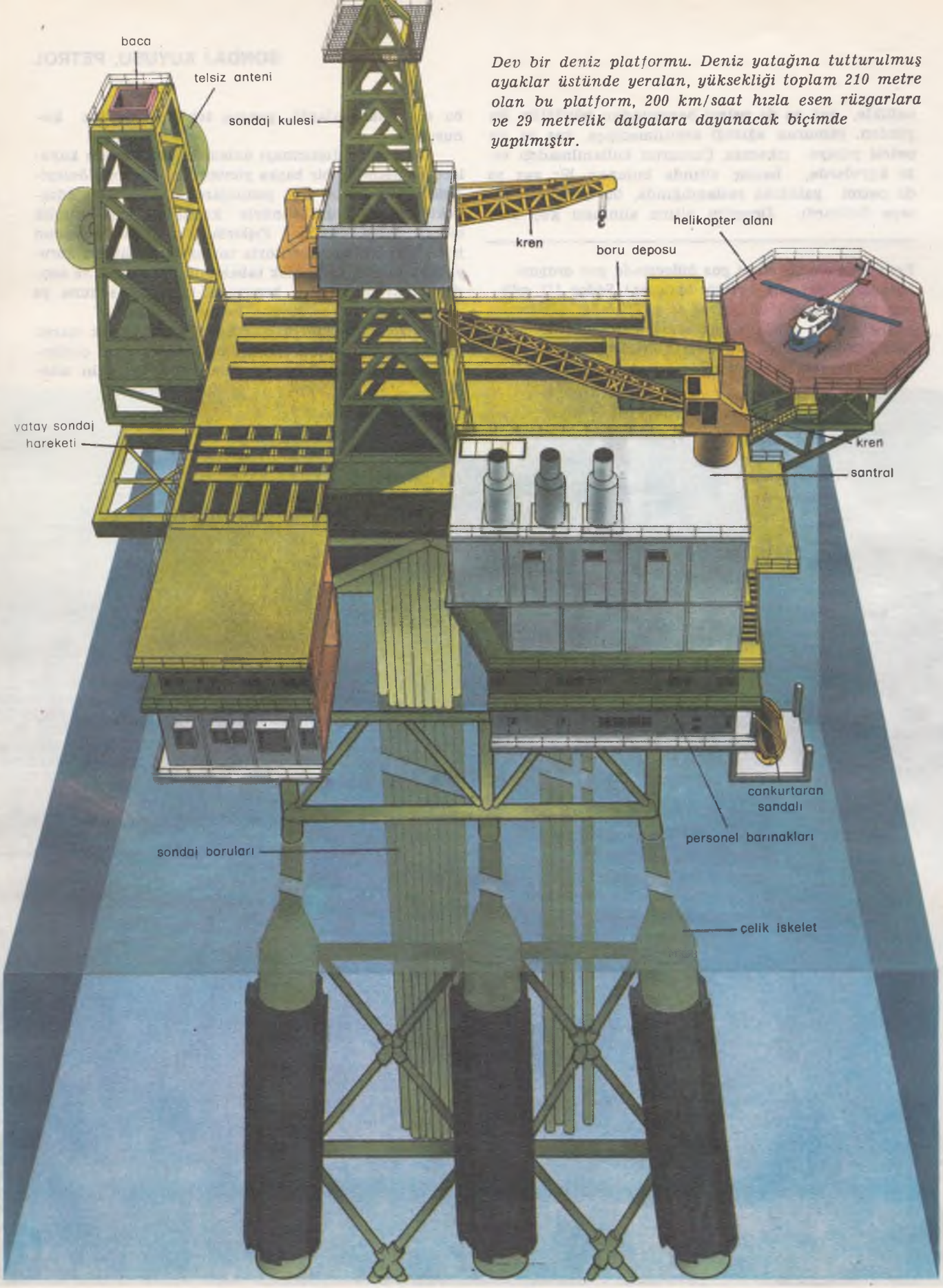
Bir sondaj kuyusu. (altta solda) Sondaj çamuru yüzeye dönmüyorsa, bu, yeraltında delikli kayaların ve petrol, gaz ya da suyun bulunduğunu gösterir.

nellikle, gaz ya da petrol basıncından büyüktür. Bu yüzden, çamurun ağırlığı azaltılmadıkça, gaz ya da petrol yüzeye çıkamaz. Çamurun kullanılmadığı eski kuyularda, basınç altında bulunan bir gaz ya da petrol yatağına raslandığında, bu maddeler yüzeye fışkırırdı. Denetim altına alınması güç olan bu tür fışkırmalarda, yangın tehlikesi de söz konusuydu.

Denetimsiz fışkırmayı önlemek için modern kuyularda kullanılan bir başka yöntem de, *fışkırma önleyicisi*dir. Bu, lastik uçlu pistonlardan oluşan bir düzenektir ve kuyuyu bütünüyle kapatmak için hidrolik olarak çalıştırılabilir. Fışkırma önleyicisi, kuyunun içine sokulan ve çimentoyla tutturulan çelik bir koruyucuya takılır. Delinecek tabakanın durumuna ve sondaj programına göre, koruyucu, kuyunun sonuna ya da yalnızca bir bölümüne kadar indirilir.

Petrol yatağına raslanıldığını gösteren ilk işaret, yüzeye dönen sondaj çamurunun hidrokarbon çözümlenmesinden geçirilmesiyle elde edilir. Petrolün nite-

Yeni Zelanda'da Maui gaz bölgesinde gaz arayan (genellikle petrolle birlikte bulunur) Sedco 135 adlı yarı yarıya batan bir petrol ve gaz sondaj platformu. (altta sağda) Görülen gaz alevi, kuyudan çıkarılabilecek gazın niteliğini, miktarını ve basıncını belirlemek için yapılan deneyleri göstermektedir.



Dev bir deniz platformu. Deniz yatağına tutturulmuş ayaklar üstünde yeralan, yüksekliği toplam 210 metre olan bu platform, 200 km/saat hızla esen rüzgarlara ve 29 metrelik dalgalara dayanacak biçimde yapılmıştır.

liğini ve kuyudan dışarı akış hızını belirlemek için çeşitli deneyler yapılır. Sonuç doyurucuysa, kuyu, üretim borularıyla donatılır ve başına bir «Noel Ağacı» takılır. Vanalardan ve borulardan oluşan bu karmaşık aygıta «Noel Ağacı» adı, Noel ağacına benzediği için verilmiştir.

Döner sondaj dışında, türbo-sondaj ve elektro-sondaj yöntemleri de kullanılır. Türbo-sondajla matkap, sondaj çamurunun çalıştırdığı bir türbin tarafından kuyunun dibinde döndürülür. Elektro-sondajdaysa, döndürme işi bir elektrik motoruyla yapılır. Ama döner sondaj, hâlâ en çok kullanılan yöntemdir.

Denizde sondaj: Denizde sondaj, dünyanın pek çok yerinde uygulanmaktadır, ama en hareketli araştırma alanı Kuzey Denizi'dir. Ancak, bölgede hem hava koşulları çok sert, hem de karadan uzaklık çok fazladır. Kuzey Denizi'nde petrol ve gaz bulmak için yapılan sondajlar, 1960 yıllarından bu yana sürmektedir.

Deniz platformu türleri: Deniz sondajlarında, sondaj donanımını, yardımcı donanımı ve çalışanların barınaklarını taşıyacak platformlara gerek vardır. İlk kuyular bu işe uygun duruma getirilmiş gemilerden açılmıştır. Bu tür gemiler hâlâ kullanılmakla birlikte, fırtınalı havalarda en ağır demirleri bile taramaları, sınırlayıcı bir etmendir. Yaklaşık 30 metreye kadar olan sığ sularda, hareketsiz platformlar kullanılır. Bir başka tür deniz sondaj donanımıysa, kendi kendine yükselebilen platformdur. Ayak desteklerine binen eğilme gerilmesi nedeniyle 90 metre yükseklikle sınırlı olan bu tür platformların kuyunun açılacağı yere çekilerek getirilmesinden sonra ayaklar, deniz dibine değinceye kadar aşağı doğru uzatılır. Ardından platform, en büyük dalgaların bile ulaşamayacağı yüksekliğe çıkarılır. Deniz sondajında ortaya çıkan yeni bir gelişme de *yarı yarıya batan platform*lardır. Bunlarda birkaç büyük duba bulunur. Dubalara, suyun 20 metre kadar dibine batacak biçimde safra takılmış, platform, dubalar üstünde yükselen uzun ayakların tepesine yerleştirilmiştir. Kendi kendine yükselen platformlarda olduğu gibi, bunlarda da platform, sudan, dalgaların yetişemeyeceği kadar yüksekte yeralır. Donanım, çok sayıda demir kullanılarak ya da dinamik olarak yerinde tutulur. Dinamik yöntemde, birkaç motor, su dibine yerleştirilmiş bir işaret aygıtından gelen sinyallere göre harekete geçerek, en kötü havalarda bile platformu yerinde tutar.

Yarı yarıya batan bir platformun dubalar düzeyindeki boyutları, 60 m×76 m kadardır; böyle bir platformun çalışma düzeyi, 18×27 metredir. 1973 yılı sonunda Kuzey Denizi'nde bulunan en büyük yarı yarıya batan platform, 300 metre derinlikteki suda 10 bin metrelik bir kuyu açabiliyor, saatte 220 kilometre hızla esen rüzgarlara ve 26 metrelik dalgalara dayanabiliyordu. Günümüzde bundan daha büyük yarı yarıya batan platformlar da yapılmaktadır.

Üretim kuyuları: Sondaj işlemi bitince, sondaj boruları başka bölgelere götürülüp, oralardaki sondajlarda kullanılır. Petrol kuyularının açılabilmesi için, üretim platformlarının kurulması gerekir. Çelik ya da betondan yapılan bu büyük platformlar, denizin dibine dayanır ve «eğimli delme» adı verilen bir teknik kullanılarak, her birinden, 30 kadar üretim kuyusu açılabilir. Gaz ve suyun ayrılması için petrol, platformda işlemden geçirildikten sonra, borularla ya da tankerlerle karaya ulaştırılır. Üretim platformundan yararlanmadan kuyu açmak ve petrol almak için de yeni yöntemler tasarlanmaktadır. Bunlarda, deniz dibindeki kuyunun başına bir koruyucu geçirilmesi ve yüzeyden sarkıtılan basınçlı kaplarla bakımlarının yapılması düşünülmektedir. Bu tür bir sistem, Meksika Körfezi'nde 114 metre derinlikte bulunan bir kuyunun açılması ve bakımının yapılması için kullanılmıştır. Bu sualtı tekniği, kuyu açma yönteminde büyük tasarruflar sağlayabilir.

«Kelly»nin, döner tablanın ve sondaj borularının göründüğü bir kuyu. (altta)

SOY GAZLAR Bk. ASAL GAZLAR

SPEKTROFOTOMETRE Bk. TAYFGÖRÜR VE TAYFÖLÇER

SPEKTROSKOPİ Bk. TAYFÖLÇÜMÜ

SPEKTROSKOP VE SPEKTROMETRE
Bk. TAYFGÖRÜR VE TAYFÖLÇER

STABİLİZATÖR (gemilerde)

Stabilizatörler, gemilerin yalpala masını azaltan sistemlerdir. Bunlarla, gemi içindeki yüklerin kayarak gemiyi yan yatırması önlenir, yolcu gemilerinde yemek servisleri sırasında ortaya çıkan sorunlar azaltılır ve daha rahat bir yolculuk sağlanır. Öte yandan, savaş gemilerinde de isabetli atışlar için teknelerin sarsıntısız olması gerekir. Bu yüzden, yalpa açısını denetleme amacıyla, birçok savaş gemisine stabilizatör takılmıştır. Çeşitli stabilizatör türleri denenmiştir: *Yalpa omurgaları; salınım ağırlıkları; yalpa önleyen tanklar; cayroskoplar; stabilizatör kanatlar.*

Yalpa omurgaları: Bunlar normal olarak teknenin iki yanında, gemi boyunun üçte birlik bir bölümüne kadar uzanır. Geminin dipte kıvrılarak karinayı (teknenin su içinde kalan bölümü) oluşturduğu yerde gövdeye perçinlenmiş ya da kaynaklanmışlardır. Yalpa omurgaları, ileri doğru harekete en az direnci gösterecek biçimde tutturulmuşlardır. Bir engele çarptıklarında gövdeye zarar vermeden kolayca kırılmaları için, çok sağlam takılmazlar. Geminin yalpalaması durumunda, suyun gövde çevresinde akmasını engelleyerek, yalpa yönündeki harekete direnç gösterirler. Gemi yol alırken hareketsiz durumdan daha etkilidirler. Yalpa omurgaları, hem yalpa açısını azaltır, hem de yalpa peryodunu, yani bir yandan öbür yana sallanıp geri dönmek için gereken zamanı uzatırlar.

Salınım ağırlıkları: Artık kullanılmayan bir sistemdir. Denizin yarattığı harekete karşı koymak için, geminin bir yanından öteki yanına taşınan ağırlıklardan oluşur. Ağırlık hareketi *fazının*, geminin yalpa hareketinden 90° geride olması gerekir (iki hareket hiç bir zaman aynı fazda olmamalıdır). Zamanlama büyük önem taşır. Ancak, düzensiz dalgalar söz konusu olduğunda denetim güçleşir. Kısmen bu nedenle, kısmen de sistemin gürültülü olması nedeniyle, salınım ağırlıkları günümüzde kullanılmamaktadır.

Yalpa önleyen tanklar: Bunlar, yalpa omurgalarından kısa bir süre sonra ortaya çıkarılmışlardır. Uzun süre birçok gemide başarıyla kullanılan «Frahm» tankları türü, genellikle geminin ortalarında, ya bir güverte boşluğuna ya da çifte karinanın üstüne takılır. Yalpa önleyen Frahm tankları, *U* biçimli borulara benzerler. Ama borunun iki uzantısının kesit alanı, ortadaki bölümden daha geniştir. İki kesit alanı arasındaki ilişki önemlidir. Gemi yalpasıyla ortaya çıkan akışkan salınımının peryodu, iki uzantıda aynı olmalı. buna karşılık akışkan, geminin salınımını 90° faz farkıyla izlemelidir. Ayrıca, uçlar arasında bir hava bağlantısı olması gerekir. Tersi, akışkanın düzeyi değiştiği zaman, bir uçtaki havanın sıkışmasına, ikinci uçtaysa bir kısmi vakum oluşmasına yolaçabilir. Bu bağlantıya takılan bir hava musluğuyla, gerektiğinde denetleme olanağı sağlanır.

Etkinleştirilmiş yalpa önleyen tanklarda, yüksek kapasiteli, düşük basınçlı bir hava kompresörü, tankların yukarı bölümlerine hava basar. Böylece, tanklardaki basıncın değiştirilmesiyle, stabilizatör etkisi sağlamak için su, geminin bir yanından öteki yanına aktarılabilir. Kompresörü çalıştırıp durdurmak ve hava vanalarını işletmek için, geminin hareketine duyarlı olan CAYROSKOP'lar kullanılır.

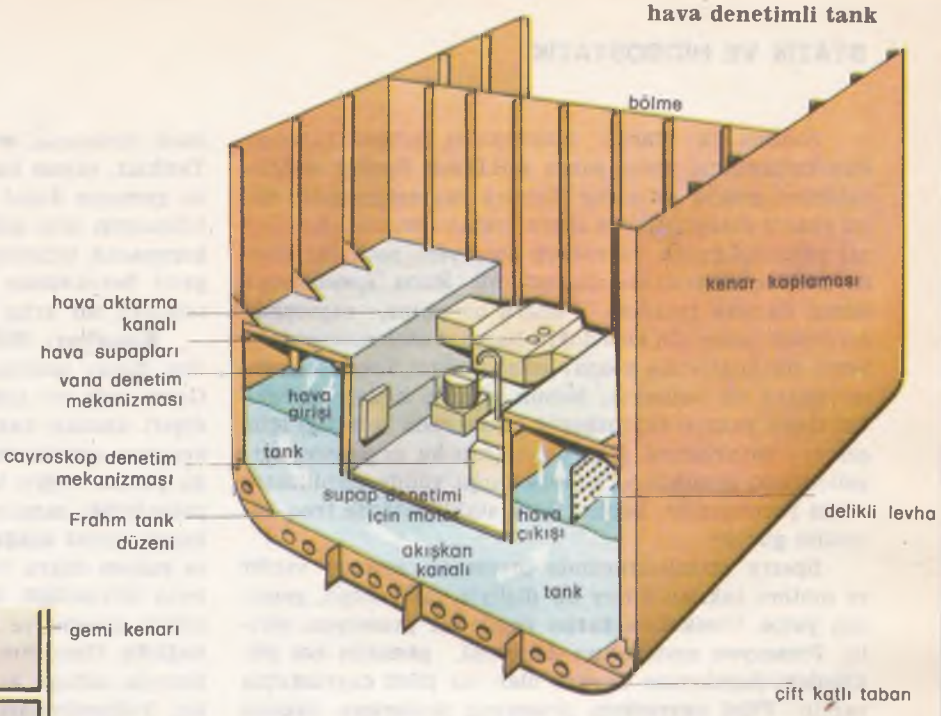
Cayroskoplu stabilizatörler: Yalpalamayı denetim altına almak için bazı gemilere büyük cayroskoplar takılır. Bu teknik, ortalama yalpa açısını % 50 kadar azaltır.

Bir gemi gövdesine takılmış stabilizatör kanadı. (üstte) Kanadın su içindeki hareketi sırasında, geminin yalpa hareketine karşıt yönde, aşağı ya da yukarı doğru bir kuvvet ortaya çıkar. Kanadın açısı, geminin hareketine duyarlı bir cayroskopla denetlenen bir hidrolik motor tarafından otomatik olarak değiştirilir.

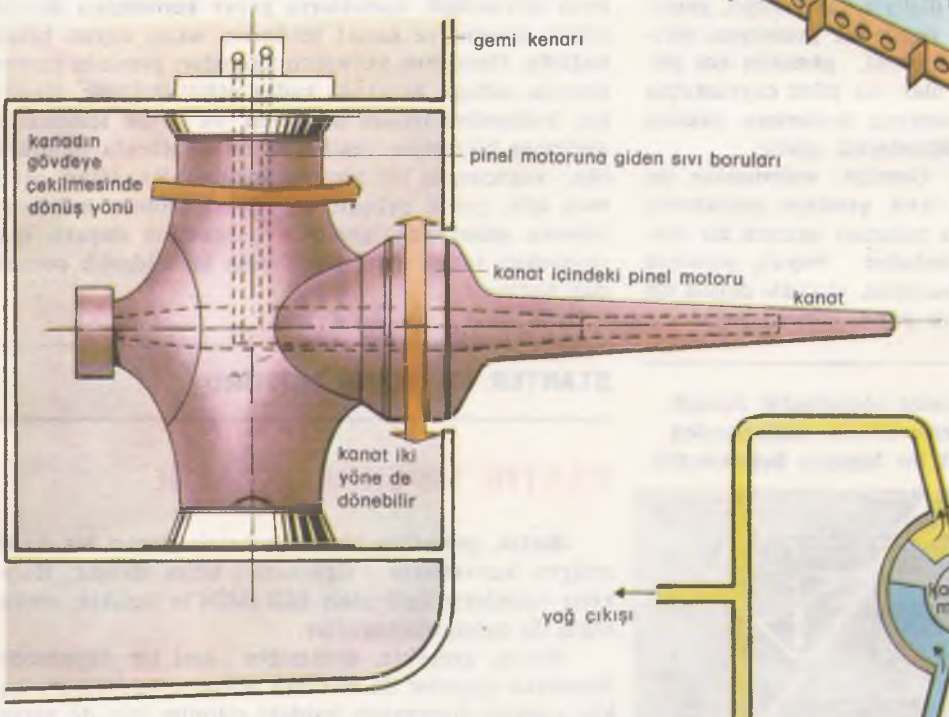
Koruyucu içine çekilmiş stabilizatör kanadı. (altta)

Gemilerin yalpasını azaltmak için kullanılan değişik düzenlemeler. En altta, bir Frahm tank stabilizatörünün ideal çalışma biçimi görülmektedir. Yalpalamayı durdurmak için su, tankın bir yanından öteki yanına geçer. Ortada solda, bir gemi gövdesine takılmış stabilizatör kanat gösterilmiştir. Kanat, kullanılmadığı zaman gövde içine çekilebilir. Kanadın açısı, ortada sağda görülen hidrolik pinel motoruyla değiştirilir. Üstte sağda, etkinleştirilmiş bir tank stabilizatörü görülmektedir. Çalışma ilkesi, Frahm stabilizatörüyle aynıdır.

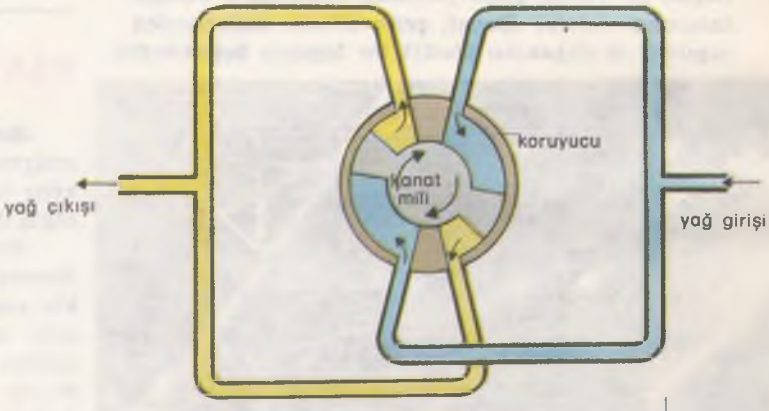
hava denetimli tank



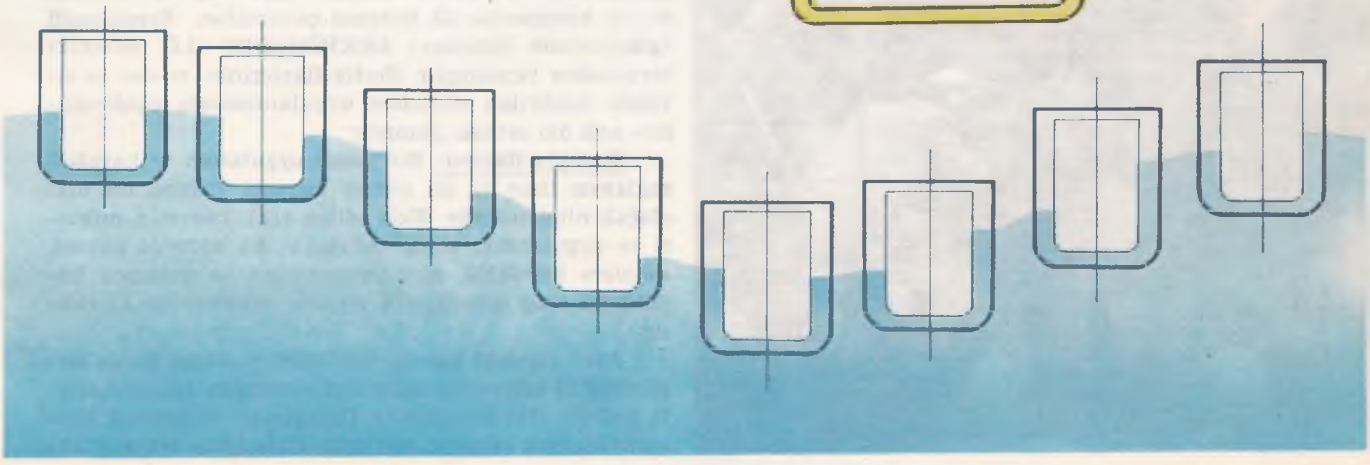
stabilizatör kanat



pinel motoru



Frahm tankları



Sistem, ilk olarak Almanya'da Schlick tarafından kullanılmış, daha sonra A.B.D'nde Sperry stabilizatörleri ortaya çıkmıştır. Schlick cayroskopunda, dönü ekseni dikey, çerçeve ekseni yatay konumdadır. Gemi yalpaladığında, cayroskop çerçevesi, yataklar içinde baş-kıç doğrultusunda sallanır. Buna «*presesyon*» denir. Sancak tarafına doğru bir yalpa, cayroskop çerçevesi tepesinin kıça doğru hareket etmesine (yataklarda bir engelleme yoksa) yolaçacaktır. İskele tarafına doğru bir yalpaysa, bunun tersine neden olacaktır. Gemi yalpası cayroskopta presesyona yolaçtığı için, çerçeve yataklarına fren uygulanıp, bu presesyon engellenerek, geminin yalpasına karşıt yönde stabilizatör etkisi yaratılabilir. Schlick türü stabilizatörde fren denetimi güçtür.

Sperry stabilizatöründe presesyon motoru vardır ve motora takılan düşey bir dişliyle cayroskopa, geminin yalpa hareketine karşıt yönde bir presesyon verilir. Presesyon motorunun denetimi, geminin eni yönündeki hareketine duyarlı olan bir pilot cayroskopla yapılır. Pilot cayroskop, presesyon motorunu istenen yönde çalıştıran elektrik düğmelerini işletir.

Kanallı stabilizatörler: Gemiye enlemesine bir *kanal tankı* yerleştirilir. Bu tank, geminin yanlarında bulunan iki bölme ile ortada bulunan üçüncü bir bölmeden oluşur. Tanklar su doludur. Suyun, geminin bir yanından öteki yanına hareketi, «*kanal*» denen bir boğazla denetlenir. Suyun bir yandan öteki yana akması sırasında, orta bölmedeki su derinliği değişmez. Tanklar, suyun bir yandan öteki yana akma frekansını, geminin doğal yalpa frekansına uyduracak ve stabilizasyon için gerekli olan 90 derecelik faz farkını koruyacak biçimde yapılmıştır. Kanal, su hareketi ile gemi hareketinin aynı faza gelip, yalpalamada çok tehlikeli bir artış ortaya çıkarmasını önler.

Kanatlar: Stabilizatör kanatları, gemi gövdesinden dışarı uzanıp, yalpaya ters yönde tepki yaratır. Gemi suda yol aldıkça, sancak ve iskele taraflarından dışarı uzanan kanatların üstünden akan suya, kanat açısının ayarlanmasıyla yön değiştirtilerek, aşağı ya da yukarı doğru bir stabilizatör etkisi yaratılır. Gemi yalpaladığı zaman, geminin aşağı eğilen yanında bulunan kanat aşağı doğru, öteki yanda bulunan kanatsa yukarı doğru bir kuvvet ortaya çıkarır. Bu kuvvetlerin büyüklüğü, kanatların yatay konumdan döndürülme açısına ve kanat üstünden akan suyun hızına bağlıdır. Gemi hızı yavaşken kanatlar, geminin normal hızında olduğu zamanki kadar etkili değildir. Kanatlar, kullanılmadıkları durumda, ya gövde içindeki sugeçirmez bölmelere çekilir ya da ön tarafa döndürülüp sugeçirmez bir yuvaya sokulur. Kanatları çevirmek için, yağla çalışan bir *pinel* motoru kullanılır. Motora gelen yağ, geminin hareketine duyarlı olan cayroskop tarafından denetlenen bir hidrolik pompadan sağlanır.

Büyük bir Japon yolcu gemisine stabilizatör kanadı takılması. (altta) Kanat, çelik döküm malzemeden yapılmış ve dayanıklı plastik bir boyayla boyanmıştır.

STARTER Bk. MARŞ MOTORU

STATİK VE HİDROSTATİK

Statik, çevresine göre hareketsiz duran bir cisme etkiyen kuvvetlerle ilgilenen bilim dalıdır. Hareketli cisimlerle ilgili olan DİNAMİK'le birlikte, mekaniğin iki dalını oluştururlar.

Statik, gerçekte, dinamiğin özel bir durumudur. Hareketli cisimler ile bunlara etkiyen kuvvetlere ilişkin yasalar, hareketsiz haldeki cisimler için de geçerlidir. Statik, dinamikten çok önce, hareket düşüncesinden bağımsız yasalar üstüne kurulmuş bir bilimdir. Statik konusunda ilk sistemli çalışmalar, Syrakusaili (günümüzde Siracusa) ARKHİMEDES (İ.Ö. 287-212) tarafından yapılmıştır. Statik ilkelerinin, sıvılar ve sıvılara daldırılan cisimlere uygulanmasıyla «*hidrostatik*» adlı dal ortaya çıkmıştır.

Statiğin ilkeleri: Bir cisme uygulanan ve hareketi sağlayan itme ya da çekme kuvveti, fiziksel bir etki olarak nitelendirilir. Elde edilen etki, kuvvetin miktarı ve uygulandığı yönle belirlenir. Bu nedenle kuvvet, «*skaler*» büyüklük diye adlandırılan ve yalnızca büyüklüğü olan niceliklerin tersine, *vektörel* bir niceliktir.

Aynı yöndeki kuvvet vektörleri toplanır ya da ters yönde etki ederse, bunların birbirlerinden çıkarılmasıyla *birleşik etki* bulunabilir. Uygulanan birden çok kuvvetin birleşik etkisine, sistemin «*bileşkesi*» denir. Fark-

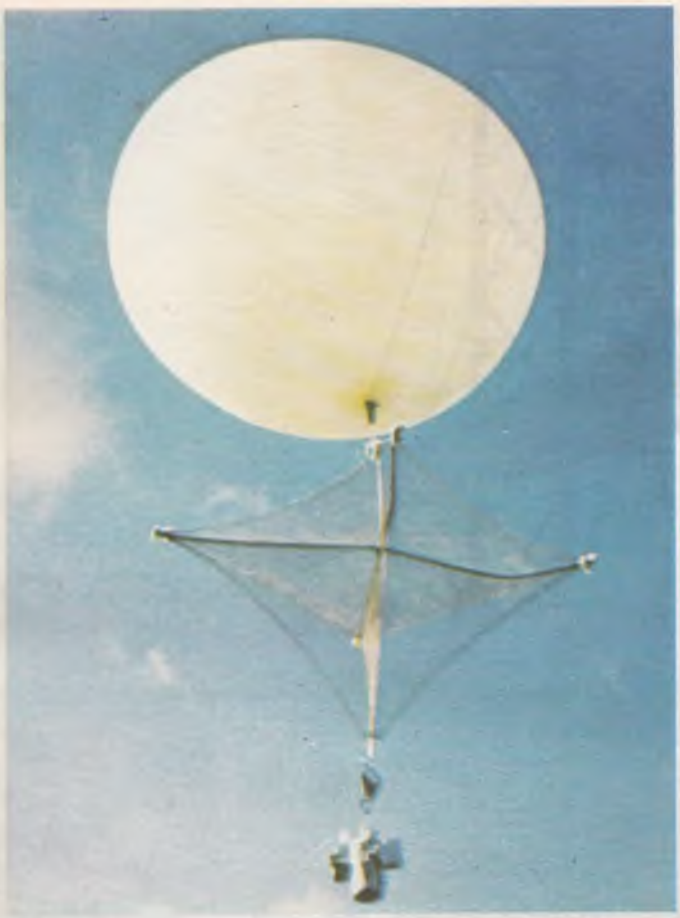
Statik, köprü yapımında önemli rol oynar. (üstte) Yapının dayanabileceği en büyük yüklerin hesaplanmasını sağlar. Resimde de görüldüğü gibi, üçgen, en dengeli geometrik şekil olduğundan, köprüde, bağlayıcı üçgen yapılar kullanılmıştır.

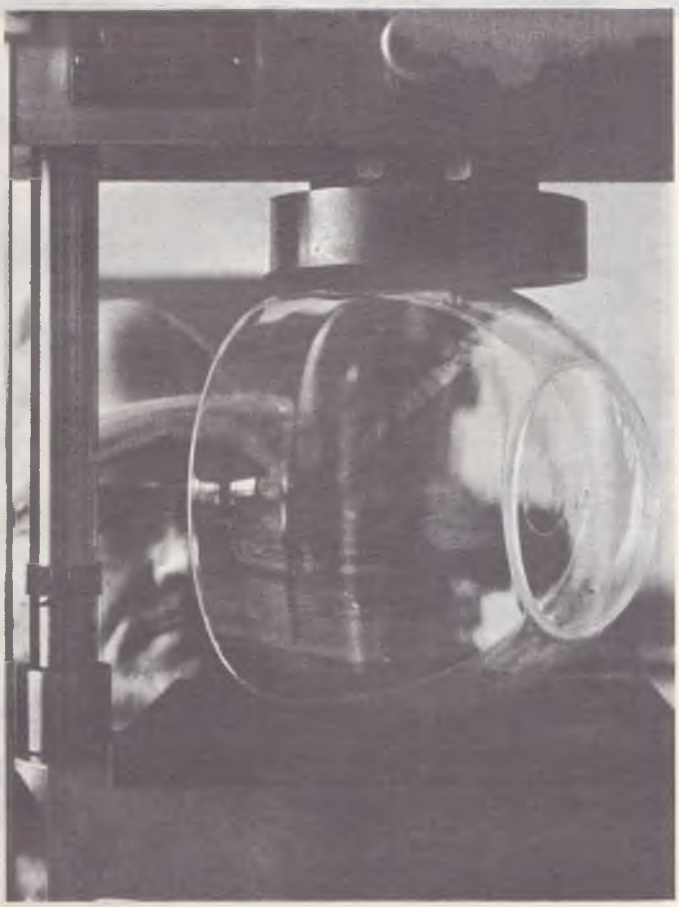
Derin su araçlarının yüksek basınçlara dayanıklı olması gerekir. (sağda) Statik, bunun hesaplanmasını sağlar.

lı, yani paralel olmayan yönlerde etki gösteren kuvvetlerin bileşkesi, bir noktaya etki eden iki kuvvet üstüne kurulan paralelkenarın köşegeni doğrultusunda ve büyüklüğündedir. Bu kuvvetler çok fazla olduğunda, bileşke, paralelkenar yasasının ikişer ikişer ve art arda uygulanmasıyla hesaplanır.

Denge halinde, yani çevresindekilere göre hareketsiz olan bir kütlede, uygulanan kuvvetin bileşkesi sıfır olmalıdır. İki kuvvetin söz konusu olduğu durumlardaysa, bu kuvvetler eşit büyüklüklerde, yönleri de birbirine karşıt olmalıdır. Bir kütleye denge oluşturacak biçimde etkiyen paralel olmayan üç kuvvetin, ortak bir noktadan geçen hareket çizgileri bulunur. Bu koşullar altında, üç kuvveti simgeleyen vektörler, bir üçgenin kenarlarını oluştururlar. Statikte çok geniş bir uygulama alanı olan bu kurala «*kuvvet üçgeni kuramı*» denir: Üçgenin her kenarının uzunluğu ve yönü, her kuvvetin büyüklük ve yönü ile orantılıdır.

Kural, değişik sayıdaki paralel olmayan kuvvetlerin, bir cisim üstündeki bir noktaya etki ettikleri du-





rumlarda da söz konusudur. Bu kuvvetlerin vektörel simgeleri, kuvvetler dengedeyken kapalı bir çokgen oluşturur. Tıpkı üçgende olduğu gibi, kuvvetlerin yönleri, bu çokgenin kenarlarında birbirini izler.

Kuvvetler bir cisim üstündeki bir noktaya etkidiklerinde, noktayı hareket ettirme eğilimi gösterirler. Ama kuvvetler, bir kütle üstünde, bir noktada buluşacak biçimde etki etmezlerse, kütle, bir düz çizgide hareket edebileceği gibi, dönme eğilimi de gösterir. Bir nokta çevresinde bir kuvvetin döndürme etkisi, kuvvetin o nokta çevresindeki «*momenti*» diye adlandırılır. Momentin büyüklüğü, kuvvet ile kuvvetin dönme noktasına uzaklığının çarpımıyla elde edilir. Böyle bir kütlenin dengede olması için, bir yönde dönmeye neden olan kuvvet momentlerinin toplamı, ters yöndeki döndürme momentlerinin toplamına eşit olmalıdır. Buna «*momentler ilkesi*» denir.

Denge için, bir kütleye uygulanan kuvvet bileşkesinin ve herhangi bir nokta çevresindeki toplam momentin sıfır olması gerekir. Bu koşulların çeşitli pratik uygulamaları, statiğin temelini oluşturur.

Dıştan uygulanan kuvvetlere ek olarak, statikte en çok karşılaşılan sorunlar, kütle üstünde yerçekimi ve kütle ile temas halindeki cisimler arasında değme noktalarındaki sürtünme kuvvetleridir. Bir kütleyi oluşturan taneciklerin ağırlıkları, yerlerine tek bir kuvvetin konabileceği bir paralel kuvvetler sistemi oluştururlar. Bu sistemin etkili bir bileşkesi olabilmesi için, kütlenin, «ağırlık merkezi» adı verilen bir özgül noktası olmalıdır. Ağırlık merkezinin konumu, dengesi bozulan bir cismin kararlılığının belirlenmesinde çok önemlidir.

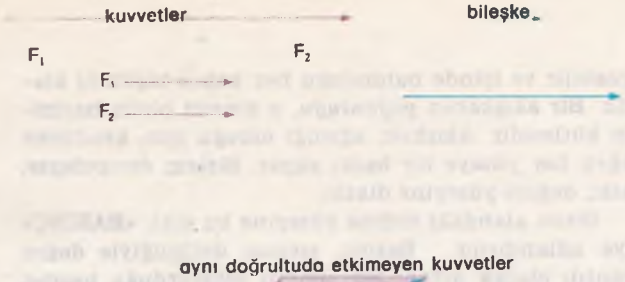
Ağırlık merkezine etkiyen yerçekimi kuvvetinin doğrultusu cismin taban sınırları içinde kalırsa, cisim, dengeye dönme eğilimi gösteren bir döndürme momenti gösterir. Kütle böylece *kararlı* olur. Ağırlık merkezinden geçen düşey çizgi, yerçekimi kuvvetinin ortaya çıkardığı moment cisme etkidiği sırada cismin taban sınırları dışına düşerse, denge *kararsız* hale gelir. Ağır-

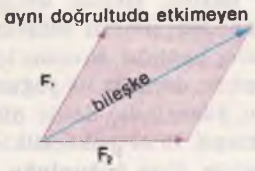
---

Balonlar, yerlerini aldıkları hava kütlesi, balonun kendisinden büyükse havalanır. (solda üstte) Bu, hidrostatikte önemli bir ilke olan Arkhimedes ilkesidir.

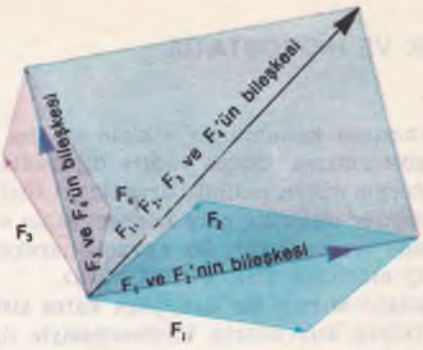
Mekanik özelliklerinin anlaşılması için bir sentetik maddenin basınç altında denenmesi. (solda altta) Bir dış yükün oluşturduğu iç gerilme ve biçim değiştirmeler, statikte karmaşık bir sorundur ve malzemeye, biçime, boyutlara bağlıdır.

Bileşkelerini hesaplamak için, kuvvetler, vektörel olarak toplanmalıdır. (sağda) Bileşke sıfırsa bir dizi kuvvet dengededir: Sözgelimi, kararlı bir kafes yapı ya da sütun üstündeki herhangi bir nokta gibi. Denge koşulları (kararlı, kararsız, nötr), bazı statik problemlerinde önemlidir. Belirli bir yükseklikte, değişmez basınçtaki bir sıvı, statiktir. Hidrolik sistemler kuvvetleri artırırlar.



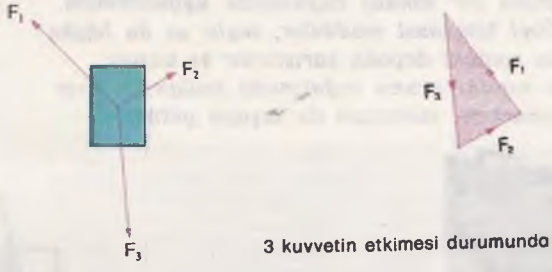


iki kuvvetin etkimesi durumunda denge
F_1 ve F_2 eşit ve karşıt yönde olmalıdır

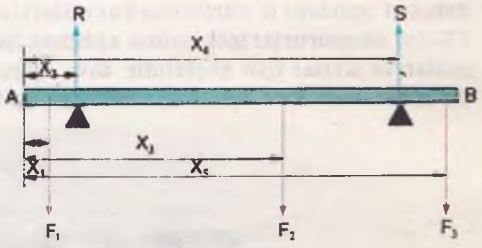


bir kuvvet sisteminin bileşkesi

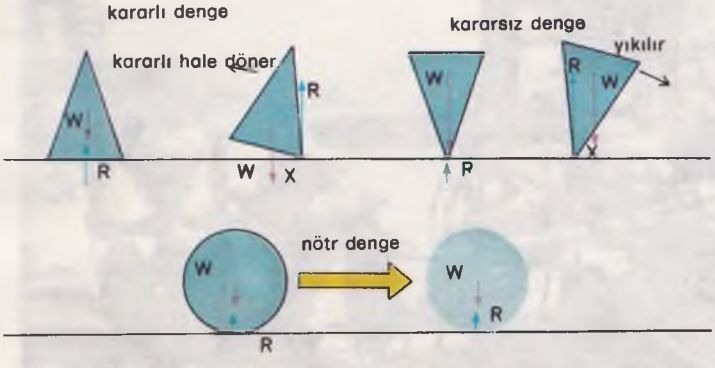
aynı doğrultuda olmayan birkaç kuvvetin
etkimesi durumunda denge

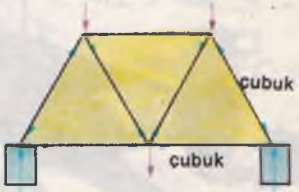


3 kuvvetin etkimesi durumunda denge

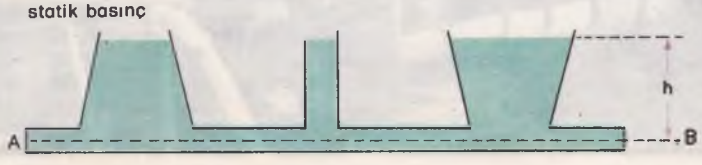


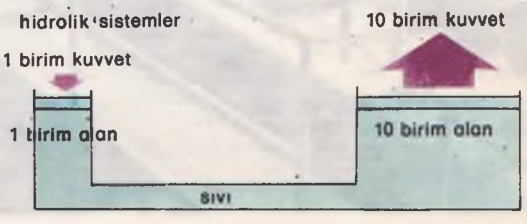
paralel kuvvetler dengede
a) bileşke kuvvet sıfır olmalı,
yani, bir yöndeki kuvvetlerin toplamı
karşıt yöndeki kuvvetlerin toplamına
eşit olmalı: $R + S = F_1 + F_2 + F_3$
b) herhangi bir nokta (sözgelimi A noktası)
çevresindeki momentler sıfır olmalı:
$F_1 X_1 - RX_2 + F_2 X_3 - SX_4 + F_3 X_5 = O$





etkiyen kuvvetlerin doğrultusunu gösteren yapı





lık merkezinin konumu bir etkiyle tabana göre değişiklik göstermezse, denge «*nötr*» diye adlandırılır.

Birbirine değen cisimler arasındaki sürtünme kuvveti, cisimler birbirine göre hareket etme eğilimi gösterdiğinde ortaya çıkar. Bu kuvvet, harekete karşı bir DİRENÇ oluşturur (Bk. SÜRTÜNME).

Statiğin önemli bir dalı, yapı kafes sistemleri üstüne etkiyen kuvvetlerin incelenmesiyle ilgilidir (Bk. KAFES SİSTEMLER). Bunlar genellikle, kendi içinde tam bağlı bir geometrik şekil olan üçgen biçimindedir. Kuvvetlerin çubukların uçlarına uygulandığı durumlarda, her çubukta çubuk boyunca değişmeyen çekme ya da basınç kuvvetleri vardır. Çubuk, uzatma kuvvetleri etkisindeyse «*çekme çubuğu*» diye, basınç altındaysa «*basma çubuğu*» diye adlandırılır.

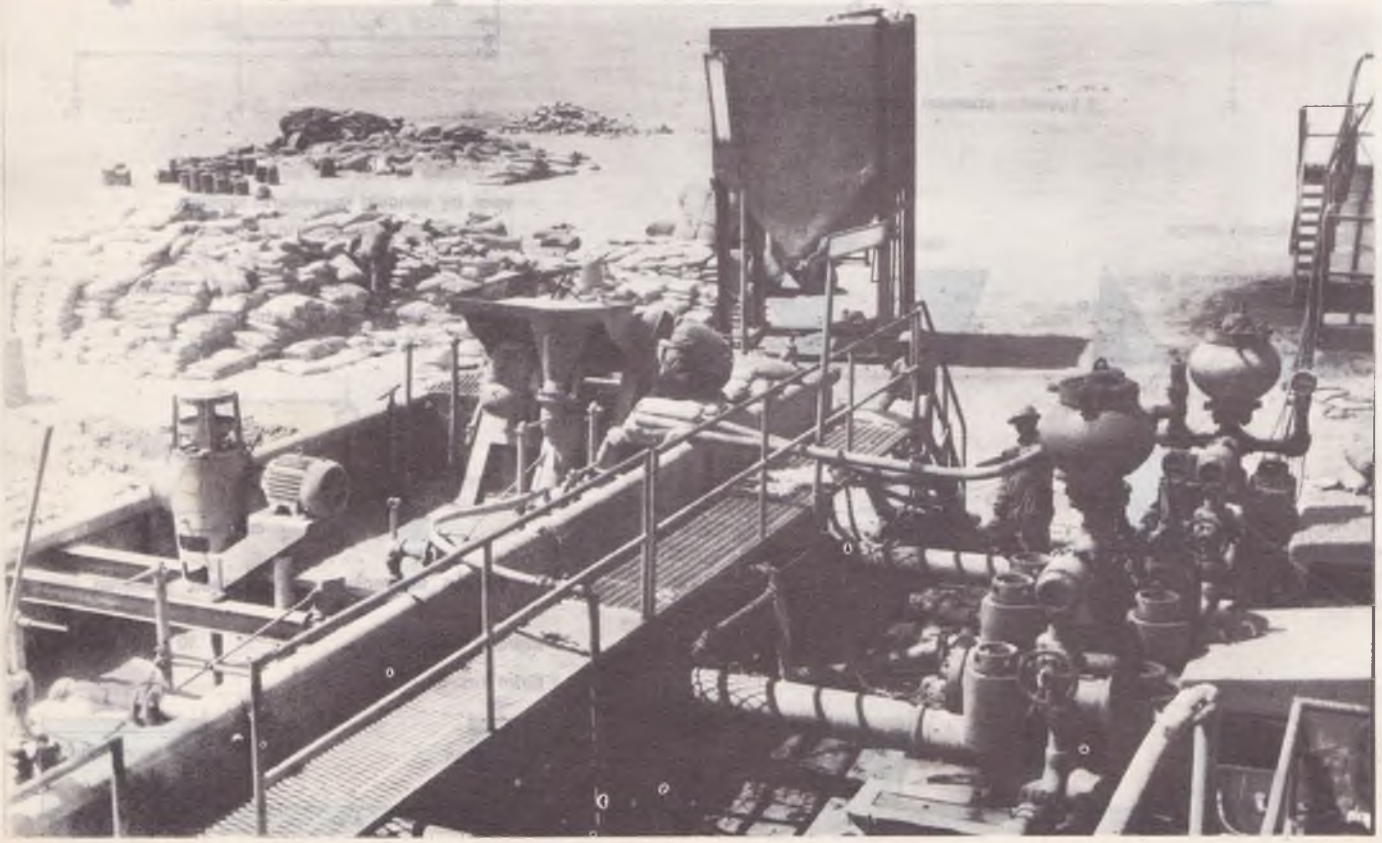
Statik kuralları, böyle yapıların yapısal öğelerinde rol oynayan kuvvetlerin hesaplanmasını sağlar. Uygun yapı malzemeleri seçimiyle bu bilgiler, istenen tipte yapıların planlanmasına ve kurulmasına olanak verir.

Hidrostatik: Statik kuralları, sıvıların ya da suya daldırılan kütlelerin dengesine de uygulanabilir. Burada kuvvetlerin, sıvıyı oluşturan taneciklerin ara yüzeylerine dik doğrultuda etkidikleri kabul edilir. Hidrostatik, dengedeki sıvıların incelenmesiyle ilgilendiğinden, sıvı içindeki iç sürtünme kuvvetleri (sıvı VİSKOZİTE'sini oluştururlar) göz önüne alınmaz. Akışkan terimi, gazlar ve sıvılar için geçerlidir. Sıvı, uygulamada sıkıştırılması olanaksız bir akışkandır; gazsa kolayca sıkıştırılabilir ve içinde bulunduğu her kabın biçimini alabilir. Bir akışkanın *yoğunluğu*, o sıvının birim hacminin kütlesidir. Akışkan, ağırlığı olduğu için, kendisine değen her yüzeye bir baskı yapar. Sistem dengedeyse, baskı, değme yüzeyine diktir.

Birim alandaki değme yüzeyine bu etki, «BASINÇ» diye adlandırılır. Basınç, sıvının derinliğiyle doğru orantılı olarak artar. Bir sıvının oluşturduğu basınç, o sıvının yoğunluğuna bağlıdır. Sıvının içinde herhangi bir noktadaki basınç, derinlik ile yoğunluğun çarpımına eşittir. Dünya yüzeyinde, deniz düzeyindeki atmosfer basıncı, yaklaşık 10 m yükseklikte bir su sütununun basıncına eşittir. Cıva yoğunluğu, suyun yaklaşık 13,6 katı olduğundan, aynı basınç, oldukça kısa bir cıva sütunu tarafından sağlanabilir (760 mm).

Sıvı içinde herhangi bir derinlikteki basınç, bütün yönlere eşit ve sıvıya daldırılan kütlenin yüzeyine dik olarak etki eder. Sıvı içindeki bu basınç, mühendisliğin pek çok dalında önemli rol oynar. Sözgelimi, baraj duvarları, basınca dayanabilmeleri için, altta daha kalın yapılır. DENİZALTI'lar, derinlerdeki büyük basınçlara dayanabilecek yapı ve sağlamlıkta olmalıdır.

Hidrostatiğin bir sondaj kuyusunda uygulanması. (altta) Özel kimyasal maddeler, suyla ya da başka bir sıvıyla soldaki depoda karıştırılır ve basınç altındaki sondaj ucunu soğutmada kullanılır. Sıvı yüzeye çıkarken, molozları da taşıyıp getirir.



PASCAL yasası hidrostatikte çok önemlidir: Bütünüyle dolu, kapalı bir kapta bir sıvıya uygulanan basınç, kabın sıvı ile temas eden bütün noktalarına eşit olarak dağılır. Basınç, kap çeperlerine dik olarak etkir. Bu ilke, pres, fren sistemleri, su cenderesi ve kriko gibi pek çok hidrolik aygıtın temelini oluşturur. Yüzey alanları değişik olan iki piston arasındaki boşluğu dolduran bir sıvıyla kuvvet aktarımı yapılırsa, toplam kuvvet artırılabilir.

Başka bir önemli hidrostatik ilkesini de Yunanlı Arkhimedes bulmuştur.Bir sıvıya daldırılan herhangi bir maddeye, o maddenin yer değiştirdiği sıvı ağırlığı kadar bir kaldırma kuvveti etki eder. Suya daldırılan bir cisim, kendi hacmi kadar suyun yerini alır. Sıvının o hacimdeki kütlesi, cismin kütlesinden büyükse, yani cismin yoğunluğu, içine konduğu sıvıdan düşükse, sıvının kaldırma kuvveti, maddenin yüzmesini sağlar.

STEREOFONİ VE KUADROFONİ

«Stereofoni» adı verilen teknik, uzaysal etkiler yaratan ses, kayıt ve yayın sistemlerini kapsar.

İnsan, sağ ve sol kulağına ulaşan ses sinyallerini karşılaştırarak, ses kaynağının yerini ve doğrultusunu saptayabilir. Sol kulağa ulaşan ses, sağ kulağa ulaşandan daha önce geliyorsa, daha şiddetli ve tonu daha yüksekse, beyin, ses kaynağının bedene göre solda bir yerde olduğunu sezer. Seste bu üç özellik bir arada bulunur. Bedenimizin solunda bulunan bir kaynaktan çıkan ses dalgaları, uzaklık arttıkça ses enerjisi azaldığından, sol kulağımıza daha önce ulaşırlar ve sağ kulağımıza varacak olanlardan daha şiddetlidirler. Ayrıca baş, bu durumda sağ kulağa ulaşacak ses dalgalarını önemli ölçüde engellemektedir. Sol kulakta işitilen ses, ton bakımından daha nettir; çünkü baş, sesin yüksek frekanslı bileşenlerinin sağ kulağa ulaşmasını engelleyici bir etki yapmaktadır.

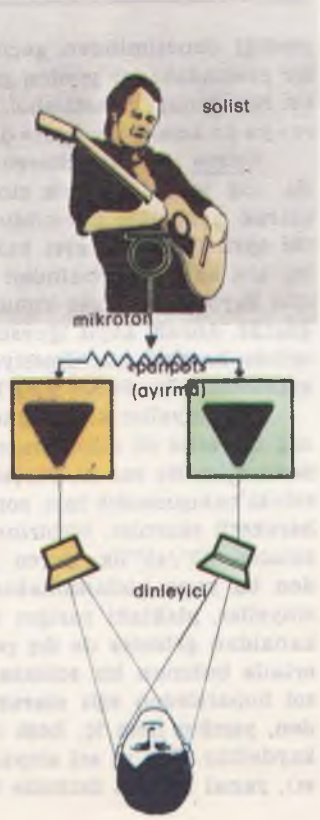
Stereo kayıtlarda amaç, ses dalgalarını iki kanala kaydedip, iki kanal üstünden çalarak, tıpkı bir konserdeki dinleyicinin sağ ve sol kulağına sesin değişik biçimlerde ulaşması gibi bir etki yaratmaktadır.

İlk stereo uygulamalarında, her kulak için bir MİKROFON ile birlikte, bir manken kafa kullanılıyordu. Birbirinden uzak noktalara yerleştirilmiş HOPARLÖR'lere, ayrı YÜKSELTİCİ'lerden elektrik sinyali gönderildiği zaman, dinleyici, ses kaynağının iki hoparlörün ortasında kalan bir çizgide yeraldığını düşünüyordu. Dinleyicinin kulaklık takması, gerçeğe daha yakın bir ses veriyordu. Sağ sinyallerin sağ kulağa, sol sinyallerin de sol kulağa gönderilmesiyle, dinleyici, kendisini konser salonunda gibi hissedebiliyordu. Bu ilkeden günümüzde, özellikle Almanya'da yararlanılmaktadır. Almanya'da geliştirilen bir sistemde yatay düzlem içinde dinleyicinin başını 360°'lik bir açıyla

Şiddet farklarını algılayan kesişen mikrofonlar yardımıyla oluşturulan stereo etki. (altta solda)

Blumlein «kesişen» mikrofon tekniği

«panpot» stereo

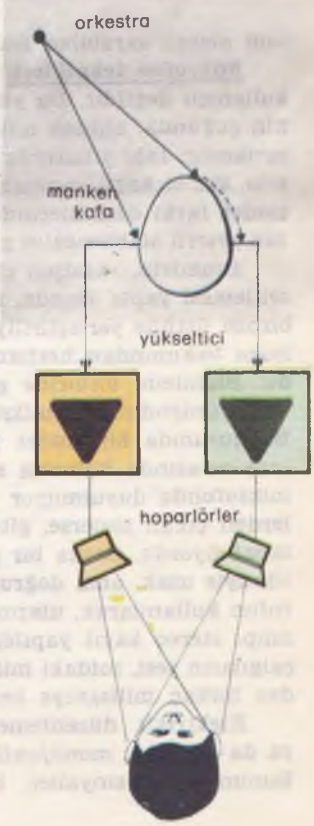


sesin yeri

Gerçek stereo etki, sağ ve sol kulaklar arasında zaman gecikmesi sonucu ortaya çıkar. (üstte)

Yapay stereo etki oluşturmak için, yalın değişken dirençle, iki hoparlör arasındaki istenen bir yere solistin sesi yerleştirilebilir. (solda)

manken kafalı stereo



Manken kafa tekniğinde gerçek stereo etki elde edilir. (sağda)

Mikroskop altında bir mono kayıt izinin görünüşü. (üstte) İz kalınlıklarının değişmez, buna karşılık iz aralıklarının farklı olduğu açıkça görülmektedir.

Sağ ve sol kanal sinyallerine göre biçimlenmiş bir stereo kayıt izinin mikroskop altındaki görüntüsü. (üstte)

Plak kaydı stereo gibi yapılan matris kuadrofonisi, stereo ile aynı özellikte görünmektedir. (üstte)

Ayrık kuadrofoni kaydı stereo kayda benzer.(üstte) Ek olarak, alt kanallara biçimlenmiş iki frekans yerleştirilmiştir (30 kHz'te ortalanmış).

tam olarak sarabilen ses alanları oluşturulmaktadır.

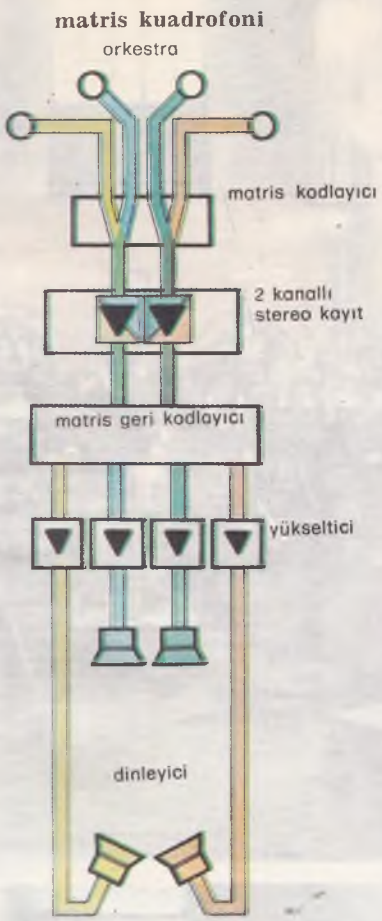
Mikrofon teknikleri: Manken kafa sistemleri, pek kullanışlı değildir. Bu yüzden, stereo kayıt sistemlerinin çoğunda, bilinen mikrofon düzenlemelerinden yararlanılır. 1930 yıllarında İngiliz mühendis A.B. Blumlein, stereo kayıt yapmak için, sesin ulaşma zamanı ve şiddet farkı özelliklerinden, yalnızca birini kullanmanın yeterli olabileceğini göstermiştir.

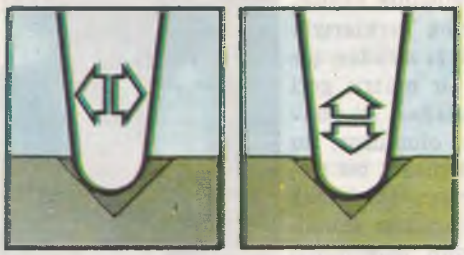
Blumlein, «kesişen çift» denilen bir mikrofon düzenlemesi yaptı. Bunda, iki ayrı mikrofon tam olarak birbiri üstüne yerleştiriliyor, böylece sesin ulaşma zamanı bakımından herhangi bir fark ortaya çıkmıyordu. Blumlein, birbirine göre 90°'lik açıyla yerleştirilmiş, yönlendirilmiş mikrofon düzenlemeleri de yaptı. Bu durumda bir şiddet farkı oluşuyordu. Sahnenin tam ortasında bulunan seslerin şiddeti 90° çevrilmiş mikrofonda duyulmuyor (şiddetleri sıfır), başka yerlerden çıkan seslerse, gittikçe artan bir şiddette algılanabiliyordu. Başka bir yöntemdeyse, birbirinden bütünüyle uzak, ama doğrultuya bağlı olmayan iki mikrofon kullanılarak, ulaşma zamanı farkından yararlanılıp, stereo kayıt yapıldı. Sözgelimi, solda bulunan çalgıların sesi, soldaki mikrofon tarafından, sağdakinden birkaç milisaniye önce alınabilmekteydi.

Elektrikli düzenlemelerle, belirli bir müzik aygıtı ya da ses için, *monofonik* bir mikrofon kullanılabilir. Bunun aldığı sinyaller, bir çift yükselticiden ve ses genliği denetiminden geçirildikten sonra, iki hoparlör arasındaki bir yerden geliyormuş gibi yayınlanabilir. Ses genliği denetimine, «*panoramik potansiyometre*» ya da kısaca «*panpot*» denir.

Stereo plaklar: Stereo kaydın bütün noktalarında, sağ ve sol elektrik sinyallerinin birbirinden tam olarak ayrılması önemlidir. MAGNETİK BANT'larda iki ayrı sinyal, iki ayrı kanala kaydedilir. Plaktaysa, bir tek kanala birbirinden bağımsız iki dalga biçiminin kaydedilmesi söz konusu olduğundan, işlem daha güçtür. Ancak, kayıt iğnesinin birbirine dik iki düzlem içinde hareket ettirilmesiyle, bu güçlüğün üstesinden gelinebilir (Bk. PLAK ÜRETİMİ).

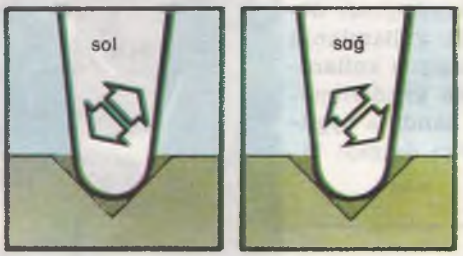
Sol sinyaller kayıt iğnesinin yanal hareketleriyle, sağ sinyaller de düşey hareketleriyle plak üstüne kaydedilebilir. Ne var ki, yerçekimi kuvvetleri ve geometrideki bakışımsızlık bazı zorluklar yaratır. Bu nedenle hareketli eksenler, birbirine 45°'lik açıda (90° yerine) tutulur. 40°/45°'lik stereo plak kayıt yöntemi, 1958'den bu yana kullanılmaktadır. Sol kanaldan gelen sinyaller, plaktaki yarığın (kayıt izi) iç çeperine, sağ kanaldan gelenler de dış çeperine işlenmektedir. Tam ortada bulunan bir solistin sesiyse, hem sağ, hem de sol hoparlörden eşit olarak yayınlanması gerektiğinden, yarığın hem iç, hem de dış çeperine eşit olarak kaydedilir. Sağ ve sol sinyallerin *polarması* (ya da fazı), yanal düzlem üstünde birbirini artırıcı etki yapa-



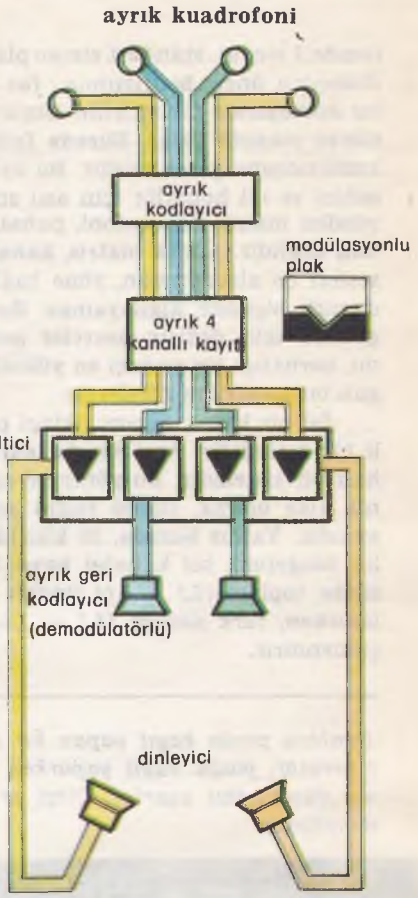


Değişmez derinlikte yanal kayıt. (üstte solda)
«Tepe ve çukur» kayıtları. (üstte sağda)

45°/45°'lik stereo kayıt ucu, birbirine dik iki düzlem içinde ve 45°'lik açılarla kayıt yapmaktadır. (alttaki iki resim)



İki kanallı plak için kodlanan dört sinyal. (solda)
Dört sinyal özel plaklara uygulanır. (sağda) Bunlar, normal sağ ve sol sinyalleri ile biçimlenmiş sağ ve sol sinyalleri alır.



cak biçimde ayarlanır. Bu özellik, stereo plağın, mono pikapta da çalınabilmesini sağlar. Çıkış sinyali, sağ ve sol sinyallerin toplamından oluşmaktadır.

Stereo radyo yayını: En iyi stereo yayının iki ayrı verici ve alıcı kullanma yöntemiyle gerçekleştirilebileceği kanıtlanmışsa da, *dalga bantlarında* oluşacak karışıklık ve fazladan alıcı kullanma zorunluluğu, sistemi ekonomik olmaktan çıkarır. Bu yüzden, 1967'den bu yana stereo program yayınlayan bütün istasyonlarda *mültipleks* yayın sistemi kullanılmaktadır (Bk. STEREO RADYO).

Kullanılan Zenith—GE sisteminde, vericinin taşıyıcı frekansını modüle etmede sağ ve sol sinyallerin toplamı *(L+R)* kullanılır. Sinyal farkları *(L—R)* süpersonik frekanstaki bir alt taşıyıcıya uygulanır ve sonra, bileşke sinyal, ana taşıyıcıyı biçimlendirir. Mono alıcısı bulunan bir dinleyici, yalnızca toplam *(L+R)* sinyali alır. Ama *stereo geri kodlayıcısı* bulunan alıcılarda, toplam ve fark sinyalleri ayrılarak, asıl stereo seslerin bulunması için *matris* devresi kullanılır:

(L+R) ana taşıyıcı sinyal	+	*(L—R)* alt taşıyıcı sinyal	=	*2L* yalnızca sol kanal sinyali
(L+R) ana taşıyıcı sinyal	+	*(L—R)* alt taşıyıcı sinyal	=	*2R* yalnızca sağ kanal sinyali

Biçimlendirici sinyalin karmaşıklığından ötürü, stereo yayınlar yalnızca çok yüksek frekans (*VHF*) ve FREKANS MODÜLASYONU *(FM)* bantları üstünden yapılır. Bunun, genlik modülasyonuyla çalışan uzun, orta ve kısa dalga bantlarına göre niteliği çok daha yüksektir.

Dört kanallı stereo (kuadrofoni): Stereonun 60°'lik yayılma alanını yetersiz bulan ses mühendisleri, dinleyiciyi çevreleyen (360°'lik açı içinde) yöntemler geliştirdiler. Gerçekleştirilmek istenen iki amaç vardı: Bir konser salonunda dinleyicilerin kulağına ulaşan seslerin % 50'sinden fazlasını aynen yayınlamak; dinleyicide, büyük bir salonda müzik dinliyormuş izlenimini yaratabilmek.

360°'lik açı içinde algılanabilen ses veren sistemlerin çoğunda, dört kanal kullanılır. Bunlar, dört mikrofon, dört yükseltici ve dört hoparlörle gerçekleştirilir. Bu yüzden, söz konusu teknik, «*kuadrofoni*» (dört seslilik) diye adlandırılır. Kuadrofoni, stereofoninin geliştirilmiş bir türüdür. Bunda da temel ilkeler, insan beyninin sesin yerini ve doğrultusunu saptama özelliğine dayandırılmıştır. Bitişik mikrofonlar, sol ön, sağ ön, sol arka, sağ arka, vb. düzeninde yerleştirilir ve alıcıda 90°'lik açıyla yerleştirilmiş hoparlörlere verilir.

Kuadrofonik plaklar: Stereoda olduğu gibi, magnetik banta kuadrofonik kayıt yapmak (dört kanallı bantla) oldukça kolaydır. Ama plak kaydı zordur. Günümüzde bu alanda, birbirinden farklı iki yöntem kabul edilmiştir.

«*Matris kuadrofonisi*» adı verilen yalın bir yön-

temde,4 sinyal. standart stereo plak üreticisinde kaydedilmeden önce, belirlenmiş faz ve genlik farklarıyla bir *kodlayıcıda* birleştirilir. Dinleyici, plağı sıradan bir stereo pikapta çalar. Burada fazladan bir matris geri kodlayıcısına gerek vardır. Bu aygıt, fazladan iki yükseltici ve iki hoparlör için asıl sinyalleri oluşturur. Bu yüzden matris kuadrofoni, pahalı ve karmaşık bir sistem değildir. Ancak matris, kanallar arasındaki kaçak sesleri de alacağından, yöne bağlı olayları her zaman duyarlı biçimde algılayamaz. Bu sorunun üstesinden gelmek için değişik devreler geliştirilmiştir. Sözgelimi, herhangi bir andaki en yüksek sinyal seçilerek, uygun bir hoparlöre gönderilir.

İyi bir kanal ayrımı, ikinci plak sisteminin önemli bir özelliğidir. Ama bu da, karmaşık ve üretimi pahalı bir sistemdir. Bu yönteme *«ayrık kuadrofoni»* denir. İlke olarak, stereo radyo yayınında kullanılanın aynıdır. Yalnız burada, 30 kHz'lik bir taşıyıcı kullanılır. Sözgelimi, sol kanalın kayıt kafasına gönderilmesinde, toplam *(Lf + Lb)* sinyali taban bandına uygulanırken, fark sinyali *(Lf — Lb)* taşıyıcı dalgayı biçimlendirir.

Banttan plağa kayıt yapan bir stüdyo. (altta) Operatör, plağa kayıt yaparken ses masasında, ses düzeylerini ayarlar. Çizgi aralıkları bilgisayarla denetlenir.

Mozart'ın «C minör senfonisi»nin kayda alınışı. (solda) Mikrofonlar yerleştirilirken binanın akustik özellikleri dikkate alınmalıdır. Böyle bir müzik, kilisede kayda alınacağı zaman çok daha fazla sorun ortaya çıkar; çünkü kilisenin geniş hacimleri ve yapısı, karmaşık akustik etkiler oluşturur.

Kuadrofonik ses masası. (altta) Resmin sağında bağlantı panosu görülmektedir. Bu pano, bütün aygıtların giriş ve çıkışlarını birbirine bağlar.

Dinleyici, demodülatör kullanmak zorundadır. Demodülatörle dört sinyal, taşıyıcı dalgadan ayrılabilir. Bu tür kayıtların frekans bandı çok geniş olduğundan (45 kHz'e kadar) özel pikaplar gereklidir. Kayıt düzeni (plak üstüne ses izlerinin işlenmesi) karmaşıktır. Kayıt kafasına uygulanan en yüksek frekansı düşürmek için, plağın dönme hızı yavaşlatılır. Ayrıca sistemde gürültü azaltma ve öndistorsiyon devreleri vardır. Bu tür plakların, aşınmanın az olması için özel plastiklere basılması gerekir.

STEREO RADYO

Birçok ülkede ses yayınları uzun, orta, kısa ve VHF (çok yüksek frekans) dalgalarında yapılmaktadır. Bütün uzun, orta ve kısa dalga RADYO yayınları monofonik (tek kanallı), VHF kanalındaki pek çok yayın da stereofoniktir (iki kanallı). Stereofonik (ya da yaygın kullanımıyla stereo) yayın, dalgaboyundaki ek *kanal bant genişliği*yle sağlanır (Bk. GENLİK MODÜLASYONLU RADYO; FREKANS MODÜLASYONU).

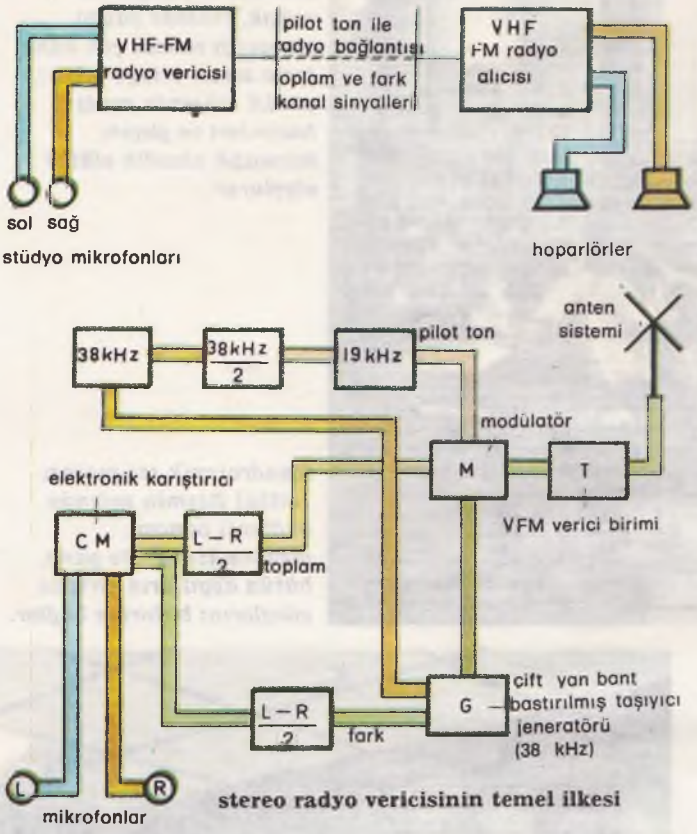
Stereo sese verilebilecek en iyi örnek, iki mikrofondan yayınlanan ayrı ses sinyallerinin, plak ya da bant üstüne kaydedildiği ve sonra iki ayrı yükseltici kanalından geçerek, iki ayrı hoparlörden yayınlandığı pikap ve teyplerdir. İki yükselticiden genellikle, «sol

kanal» ve «sağ kanal» diye söz edilir. Bunlar, kaynağa yerleştirilen mikrofondan alınan ses sinyallerini, sol ve sağ kulağa gelecek biçimde iletirler.

Stereo yayının mono yayından üstünlüğü, dinleyicilere, ses kaynaklarının konumlarına ilişkin bir fikir vermesidir. Ses perdesi ve görece ton da, stereo yayında daha iyi algılanır. İyi bir stereo aygıt, ister teyp, ister radyo, ister pikap olsun, müziğe gerçeklik kazandırır.

Sol ve sağ mikrofonlardan gelen seslerin yayınlanıp alınması için, normal olarak iki radyo vericisi ve iki alıcı gerekir. Ancak, modern teknolojide, stereo ses sinyallerinin yayın için tek bir radyo vericisinde toplandığı, «*frekans mültipleksi*» ya da «*pilot ton*» denilen, bir sistem geliştirilmiştir. Alıcı aygıtın tek alıcısındaki *detektör* ya da *diskriminatör*le algılanan birleşik ses sinyali de, sol ve sağ kanal mikrofon sinyalleri, sol ve sağ hoparlöre gidecek biçimde ayrılır. Radyo istasyonu ayrıca, bir pilot ton yayınlar. Pilot ton, alıcının elektronik karışımını sol ve sağ kanal sinyalleriyle eşzamanlayan, düşük güçlü bir radyo frekans taşıyıcı dalgasıdır. Bu, Zenith-GE stereo yayın sistemidir. 1950 yılının sonlarına doğru A.B.D'nde geliştirilmiş olan bu sistem, sonradan VHF yayınları için uluslararası yayıncılık alanında da kabul edilmiştir. Sistem çalışırken uygun bir monofonik ya da tek kanallı yayın da yapılabilir.

stereo radyo sisteminin temel ilkesi



stereo radyo vericisinin temel ilkesi

Yayın: Pilot ton stereo sisteminde, verici ve alıcıda işitebilme sınırının (38 kHz) üstünde çalışan hızlı elektronik karıştırma işlemleri, sol ve sağ mikrofonlardan alınan seslerle eşzamanlı olarak, karşı hoparlörlerden yayınlanır. Böylece, sol hoparlör, her zaman sol mikrofondan gelen sinyallerle çalışır.

Pilot ton sisteminde, vericinin modülasyonu, 38 kHz'lik referans osilatörü ve mikrofon sinyallerinden sonuçlanan üç bileşenle sağlanır. Birincisi, bir toplam sinyaldir $\frac{L+R}{2}$ (L = sol sinyal, R = sağ sinyal) ve sol ile sağ kanal mikrofon sinyallerinden oluşur (bu monofonik, yani tek kanallı bir alıcı gibidir). İkincisi, sinyal farkıdır $\frac{L-R}{2}$ ve 38 kHz'lik alt taşıyıcı osilatörün modülasyonundan sağlanır; sol ve sağ kanal sinyallerinin kesin ayrımını verir. Üçüncüsü, 19 kHz'lik bir sinüs dalgasıdır (pilot ton); alıcıdaki elektronik demodülasyonu eşzamanlamada kullanılır.

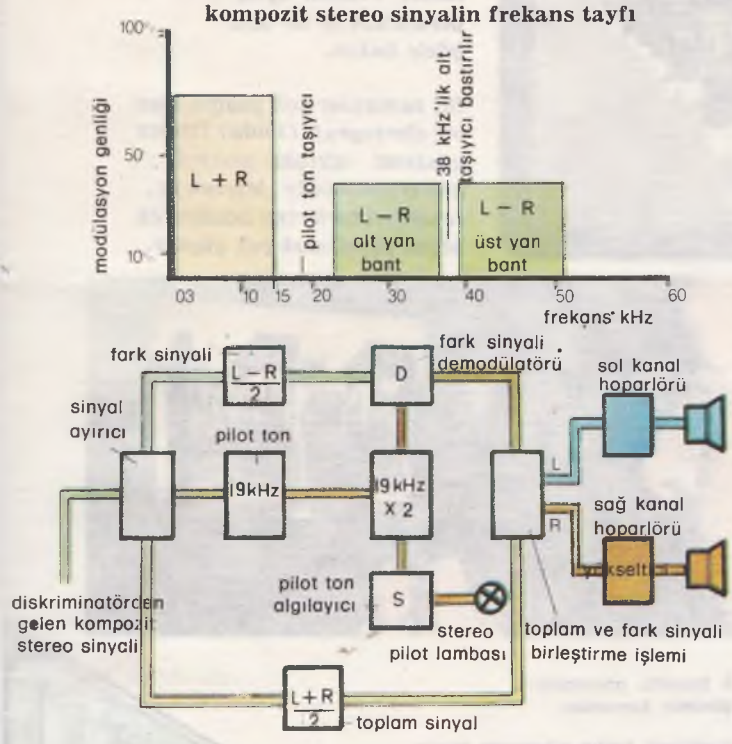
Uygulamada 38 kHz'lik osilatör ve alt modülatör frekansı, pilot ton gibi, bütün verici güç dağılımını azaltıp sinyalleri güçlendirme amacıyla ikiye bölünür. Ayrıca, 4 kHz üstünde ses frekansları için, sol ve sağ kanal sinyallerine herhangi bir iletim yolu ya da alıcı gürültüsüne (özellikle yüksek frekanslarda önem kazanır) oranla daha yüksek bir güç vermek için, yüksek frekanslarda daha etkili olan bir yardımcı eklenmistir.

Alıcı: Stereo yayın için düzenlenmiş bir radyo alıcısındaki işlemi incelemek için, alıcının detektöründen çıkan modüle edici sinyalin «kopya»sını göz önü-

Stereo radyonun temel sistemi. (üstte) Sol ve sağ kanal sinyallerini belirlemek için, iki birleşik sinyal iletilmelidir: Sol + sağ (L+R); *sol—sağ* (L—R).

BBC tarafından kullanılan bir stereo denetim tablosu. (sağda)

Bir stereo alıcı. (solda) Ön tablonun solunda, sinyal göstergesi görülmektedir.



frekans mültipleks geri kodlayıcı sisteminin temel ilkesi

ne almak gerekir. VHF alıcısı, frekans modüle edici sinyaller için standartlaştırılmış bir *süperheterodin* (gelen sinyali sürekli bir sinyale karıştırır) biçimindedir; ama bütün bant genişliği, tek kanal benzerinden, radyo sinyallerindeki ek stereofonik bilgiyi verebilmek için daha geniş olacaktır.

Alıcının detektöründen çıkan birleşik stereo sinyal, üç ana bileşenden oluşur. Birincisi, normal ses frekans sınırındadır (0,03 - 15 kHz); mültipleks sisteminde sol ve sağ kanal sistemlerinin toplam sinyallerinden oluşur. İkincisi, 19 kHz'lik pilot tondur. Üçüncüsü de, sol ve sağ sinyal farklarıdır. Bu, gerçekte, 23-53 kHz sınırları içinde, iki yarı taşıyıcı bant olarak bulunur. Bu bileşenleri ayırmak için «geri kodlayıcı» (çözümleyici) denilen elektronik devre kullanılır. 19 kHz'lik pilot ton frekansı, geri kodlayıcıyla iki katına çıkarılır ve çalışma frekansı (38 kHz) stüdyo elektronik işlemlerine tam olarak uyar.

Sol ve sağ kanal sistemlerinin başarılı biçimde ayrılmasını sağlamak için, geri kodlayıcıdaki 38 kHz'lik taşıyıcı frekans, özgün osilatörle tam bir uyum içinde bulunmalıdır. Geri kodlama işlemini yürütecek pek çok yöntem vardır; ama sol ve sağ sinyallerin elde edildiği ana ilke, birleşik stereo dalga biçimlerinden ayrılan toplam ile fark bileşenlerinin toplanması ve çıkarılmasıdır.

(L+R) ana taşıyıcı sinyal + *(L—R)* alt taşıyıcı sinyal = *2L* (yalnızca sol kanal sinyali)

(L+R) ana taşıyıcı sinyal — *(L—R)* alt taşıyıcı sinyal = *2R* (yalnızca sağ kanal sinyali)

Stereo sinyal alıcılarıyla donatılmış pek çok alıcının geri kodlayıcısında pilot tonun varlığını gösteren bir ışık bulunur. Pilot tonun bulunmadığı durumlarda, iki ses kanalı, monofonik yayın için birbirlerine bağlanır.

Tek kanallı alıcılar birleşik sinyali çözemezler ya da bir pilot tonu saptayamazlar. Bu yüzden, yalnızca normal monofonik iletime uygun *L+R*'ye yanıt verirler.

STEREOSKOPİ

Her gözün görüntüyü biraz farklı açıdan alması *(paralaks)* insanın, 100 metreye kadar olan uzaklıkları anlamasını sağlar. Beyin iki gözden gelen sinyalleri birleştirerek, görüntüye bir derinlik (üç boyutlu görüntü) kazandırır. Görüntünün yalnızca bir yönden gösterildiği sıradan resim, fotoğraf ve filmlerde derinlik yok olur. Stereoskopinin (yunanca «katı gözlem» anlamına gelir), amacı, şekillerin fotoğrafı çekilirken üç boyutluluğu korumak ve yeniden gösterildiğinde derinliği sağlamaktır.

Stereoskopinin ilkeleri ilk kez 1832'de İngiliz fizikçi Charles Wheatstone tarafından tanımlandı. Ama stereoskoplar, David Brewster tarafından 1851 Dünya

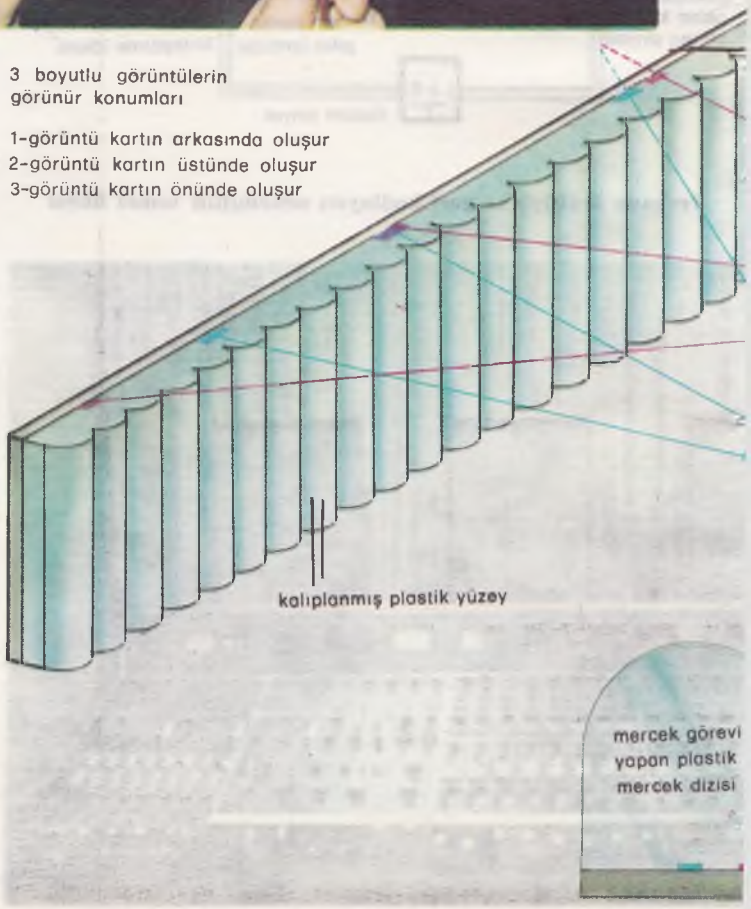
Ay yüzeyinden alınan bu görüntüler, bir el aynası kullanılarak izlenebilir. (sağda) Aynayı iki resmin arasına yerleştirin ve resimlerden birine bir gözle, ikinci resmin ayna görüntüsüne de öbür gözle bakın.

Bir zamanlar çok yaygın olan bir stereograf. (solda) İzleme yöntemi alttaki resimde gösterilmektedir. Merceksiz, resimleri birbirine bindirerek beyni yanıltmak çok güçtür.

Fuarı'nda sergilenene kadar yaygınlaşmadı. Yalın stereoskopta iki mercek bulunur. Her merceğin arkasında bir fotoğraf vardır. Fotoğraflar, insan gözlerinin açıklığına eşit olan 6,35 cm'lik iki kamerayla çekilir. Böylece, her göz, şekli gerçekte göreceği açıdan görür. Mercekler fotoğrafı büyütmede, görüntünün uzak görünmesinde ve gözlerin şekil üstünde tam odaklanmasında kullanılır.

Yalın bir stereoskop yalnızca bir kişi tarafından kullanılabildiğinden ve büyük olduğundan, stereoskopik görüntü elde etmek için başka yöntemler de geliştirilmiştir. Bunlardan biri, her fotoğrafı dar, dik parçalara bölmektir. Parçalar birbirine geçirilerek bağlanır. En öndeki, görüş çizgisine dik ızgara, gözün, gerçek parçalardan yalnızca birini görmesine olanak verir. Böylece, stereoskopik bir görüntü oluşur. Bu tekniğin geliştirilmiş biçimi, üç boyutlu kartpostalların yapımında kullanılmaktadır. Birden çok noktadan çekilen fotoğraflar iç içe birleştirilir ve baskı, yüzeyi çok sayıda silindir mercek oluşturacak biçimde kabartılmış bir plastik tabakayla kaplanır. Mercekler, herhangi bir yönden bakıldığında, gerçek fotoğraflardan yalnızca birinin görülebileceği biçimde yerleştirilmiştir. Bu yüzden, iki göz, farklı görüntüler görür ve üç boyutlu bir etki yaratılmış olur. Bu teknikle *«ksograf»* denen fotoğraflar üretilir.

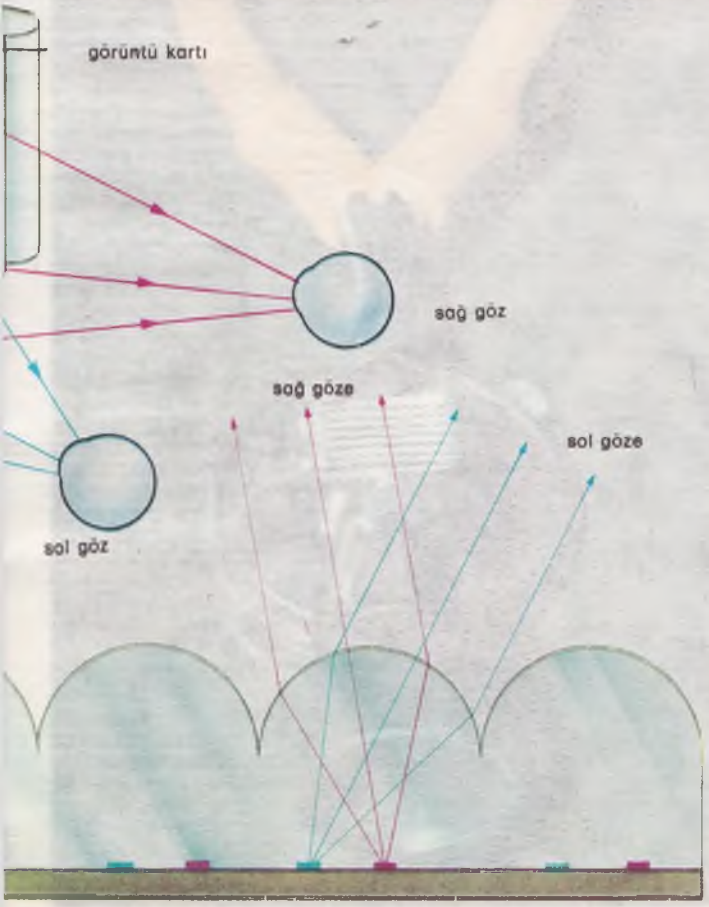
Üç boyutlu filmler, aynı şekli çeken eşzamanlı iki kamera tarafından elde edilir. Filmler gösterildiğinde stereoskopi etkisi yaratmak için, aynı ekranı aydınlatan eşzamanlı iki projektörle, her gözün yalnız bir tanesini görmesi için «kodlanmış» iki film gösterilir. İlk kullanılan sistemde *(anaglif* sistem) bir projektörün önüne kırmızı filtre, bir tanesinin önüne de yeşil filtre yerleştirilirdi. İzleyiciler, yalnızca uygun projektörden gelen ışığı geçiren, bir kırmızı, bir de yeşil filtreden oluşan, düz camlı gözlükler takarlardı. Ancak bu sistem, yalnızca siyah-beyaz filmler için kullanılabiliyordu. Daha yeni bir sistemdeyse, projektörlerin önünde ve gözlüklerin camlarında polarıcı filtreler (Bk. POLARMA) kullanılır. Projektör filtreleri, iki ışıktan gelen ışını düşey yönlerde polarır. Gözlük camları da, her göze, yalnızca uygun yönde polarılmış ışığı geçirir. Bu sistem renkli filmler için de kullanılabilir, ama ge-



ne de bazı bakımlardan yetersizdir. Sözgelimi, izleyici başını sallarsa, projektördeki ve gözlükteki polarıcı filtreler doğrultularını yitirir ve iki gözde farklı görüntüler oluşur. Ayrıca, ışığın yansıdığı zaman depolarize olmasını önleyen belli bir tür ekran kullanmak ve projektörleri saniyenin yüzde biri oranında eşzamanlamak gerekir. Bu nedenle, üç boyutlu film, teknik açıdan yapılabilmesinin olanaklı olmasına karşılık, ender gösterilir.

Stereoskopi, bir iç yaranın yerini tam olarak bulmada yararlanılan X IŞINLARI levhalarında, TELEMETRE'lerde ve *stereogrametri*de de kullanılır.

Stereogrametri, arazilerin, havadan aynı anda çekilmiş fotoğraf çiftleriyle üç boyutlu haritalarının çıkarılmasında kullanılır. Telemetrelerde ve stereogrametrilerde uzaklık belirleyen merceklerin ya da kameraların açıklığı, en üst ayrımı vermek için, insan gözleri arasındaki 6 cm'lik açıklıktan daha büyük tutulur. Buna benzer başka bir kullanım alanı da gökbilimdir. Burada «*stereokomparatör*» adı verilen bir stereoskopun gece aldığı görüntüler, küçük gezegenler gibi oldukça hızlı hareket eden cisimleri saptamada kullanılır. Stereokomparatörde, arka plandaki bütün yıldızlar aynı yüzeyde yatıyormuş gibi görünür. Gezegenin konumu, gökyüzündeki hareketinden dolayı (paralaks-



Bir kabartma modele cisimleri yerleştirmek için, bir çift stereo hava fotoğrafının incelenmesi. (solda üstte)

Bir ksografın ya da paralaks panoramagramının çalışma ilkesi. (solda altta) Alttaki kesitte silindir biçimli merceklerin, herhangi bir yöndeki uzak bir düzlemde, bir görüntü noktası oluşturması görülmektedir. Bir noktadan, her mercek için yalnızca bir görüntü noktası görünür. Bir cismi, iki göz değişik açılardan görür. Böylece, görüntü noktaları, sol ve sağ gözler için yan yana düzenlenerek, şekildeki gibi, her gözün merceklerden ayrı bir görüntü görmesi sağlanır. Basılı görüntü noktaları arasındaki açıklık değiştikçe, beyinde oluşan birleşik görüntünün, gerçek düzlemin önünde ya da gerisinde oluşması sağlanır.

tan dolayı değil), iki resimde farklı görünür. Başka bir deyişle, yıldız düzleminden, ya önde ya da arkada yatıyormuş izlenimini verir.

STETOSKOP

Stetoskopun bulucusu olarak genellikle, 1816 yılında kalp seslerini kulağa iletmek amacıyla tahta bir silindirden yararlanan R.T.H. Laënnec gösterilir. 1828 yılında Poirry, bu yalın araca bir kulaklık ile trompet biçimli bir dinleme ucu eklemiştir. Ama aygıt, günümüzdeki halini, ancak 1850'de, iki kulaklıklı stotoskopun bulunmasıyla almıştır.

Akustik stotoskoplar: Bu araçlar solunum, dolaşım ve sindirim sistemlerinin durumunu incelemede kullanılır. Doktorları ilgilendiren seslerin,özellikle kalp seslerinin frekansları 60-600 Hz arasında değişir. 60 Hz'nin altında ya da 6 00 Hz'nin üstünde de sesler vardır. Akustik stetoskop, sesi şiddetlendirmez, yalnızca en etkili biçimde kulağa iletilmesini sağlar.

Modern stetoskoplarda göğse uygulanan *diyaframlı* ve *çanlı* dinleme uçları birleştirilmiştir. Çanlı uç açıktır; çapı 2,87 cm, derinliği de 0,64 cm kadardır. Çanlı uç kullanıldığı zaman, insan teni, tıpkı hareketli bir diyafram gibi, çan ağzına sesi iletir. Diyaframlı ucun çapı 4,37 cm, derinliği 0,33 cm'dir. Ucun üstü sert, ketenli bir bakalitle kaplıdır. 30-500 Hz arasındaki düşük frekanslı sesleri dinlemek için genellikle çanlı uç kullanılır. Diyaframlı uçsa, alçak frekansları geçirmeden, 200 - 1 400 Hz arasındaki sesleri iletir.

Stetoskop borusu, iç yüzü çok düzgün olan esnek plastik maddelerden, kulaklık borusu da paslanmaz çelikten yapılır. Kulaklık uçlarının plastikten yapılması ve geniş olması çok önemlidir. Bunların çapı 1,27 ile 1,60 cm arasında değiştiğinden, dışardan gelen seslerin kulağa ulaşması bütünüyle önlenir. İnsan saçının beş katı çapındaki bir kaçak bile, özellikle alçak frekanslarda stetoskopun çalışmasını önemli ölçüde etkiler.

Fonokardiyograf: Bunlar, kalp seslerini elektronik olarak izlemeye yarayan aygıtlardır. Fonokardiyograf, akustik stetoskoptan daha fazla bilgi vermez, ama sesleri KATOT IŞINI TÜPÜ ya da YAZICI aracılığıyla görünür hale getirdiğinden, teşhisi kolaylaştırır. Bu aygıttan, kalp kapağı bozukluklarında, elektrokardiyograf ile birlikte teşhis amacıyla yararlanılır (Bk. ELEKTRONİK, TIP ALANINDA). Aygıt, sesleri, hastanın göğsüne yapıştırılan bir ya da daha çok sayıdaki mikrofon yardımıyla alır.

1816'da ilk stetoskopu bulan R.T.H. Laënnec'in (1781-1826) portresi. (sağda üstte)

Modern bir stetoskopun çanlı ve diyaframlı ucu. (sağda altta) Resmin önünde, alçak frekanslı sesleri dinlemek için kullanılan çanlı uç görülmektedir. Diyaframlı uç alttadır.

STİRLİNG MOTORU

Çevre kirlenmesi ve gürültü sorununun önem kazanması, Stirling motoruna yeniden ilgi duyulmasına yol açmıştır. 1816 yılında, genç bir papaz olan Robert Stirling tarafından bulunan bu motor, başlangıçta, yüksek sıcaklıkta aşınmaya dayanıklı malzeme bulunmadığı ve gaz kaçağını önleyecek uygun yöntemler ortaya çıkarılmadığı için pek gelişemedi. Bu yüzden ısıl veriminin daha yüksek olmasına, daha sessiz çalışmasına ve havayı daha az kirletmesine karşın, BUHAR MAKİNASI'yla ve İÇTEN YANMALI MOTOR'la rekabet edemedi.

Stirling motorunun çevrimi: Yakıtın silindirlerin içinde yakıldığı içten yanmalı motorun tersine, Stirling motoru, gerekli ısıyı ya silindir çeperlerinden ya da ısı kaynağıyla temasta bulunan ISI DEĞİŞTİRİCİSİ'nden alır. Genellikle sürekli olarak motorun içinde kalan «çalışma gazı», birbirini izleyen ısıtma ve soğutma süreçlerinden geçip mekanik iş için gerekli olan peryodik genişleme ve sıkışmaları gerçekleştirir.

Stirling motorunun bir modelinde, *itici piston,* bir ucu ısıtılan, öteki ucu da soğutulan gaz dolu bir silindir boyunca ileri-geri kayar. Böylece gaz, sırayla, silindirin sıcak ve soğuk uçlarına iletilerek, oluşan peryodik sıcaklık değişmelerinin basınç değişikliklerine yol açması sağlanır. Bir boruyla *çıkış güç pistonu*na aktarılan basınç değişiklikleri, bu pistonu çalıştırır. İki piston hareketi arasında uygun ilişkiyi koruma amacıyla birçok düzenek geliştirilmiştir. Çoğunlukla itici piston, güç pistonundan çeyrek çevrim daha önce harekete başlayacak biçimde ayarlanır.

2 beygirgücündeki (1,5 kW) ilk Stirling motorunda, modern modellerde olduğu gibi, itici piston ile çıkış güç pistonları aynı silindirin içinde yeralırdı. Piston hareketinin dışında kalan hacmi en aza indiren bu sistemde, elde edilen yükseltilmiş sıkıştırma basıncı, motorun büyüklüğüne göre daha yüksek verim ve daha fazla güç sağlardı. Bu açıdan Robert Stirling'in, XIX. yüzyılın sonlarında yaşayan birçok motor yapımcısından daha bilinçli olduğu düşünülebilir.

İlk motorlarda, motorun içindeki gaz, atmosfer basıncında olurdu. Modern motorlardaysa daha yüksek basınç kullanılır (bazen basıncın değeri, atmosfer basıncının birkaç yüz katını bulur) ve hava yerine, hem ısıyı daha iyi ileten, hem de gazın çabuk ısınıp soğumasını kolaylaştıran, helyum ya da hidrojen gibi gazlardan yararlanılır.

Belirli koşullar altında, belirli bir gaz hacmiyle elde edilebilecek olan güç, çevrim içinde oluşan en yüksek ve en düşük sıcaklıklara bağlıdır. Bu yüzden, sıcak ucun sıcaklığını, malzemenin dayanabileceği kadar yükseltmek yararlı olur. Günümüzdeki motorların çalışma sıcaklıkları 450-750°C arasındadır.

Isı rejenerasyonu: Robert Stirling'in buluşunun ilginç bir yönü de, motorunun, *ısı rejenerasyonu* ilkesinin ilk uygulamasını içermesidir. Bu sistem, motorun sıcak ve soğuk bölümleri arasında gidip gelirken

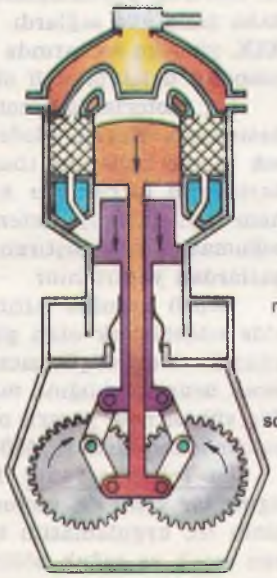
Robert Stirling'in ilk deneylerini yaptığı motor. (solda) Bu motorda itici piston ile çıkış güç pistonu, ayrı silindirler içinde yeralıyordu. Stirling'in yaptığı ilk başarılı motordaysa iki piston da aynı silindirin içindeydi.

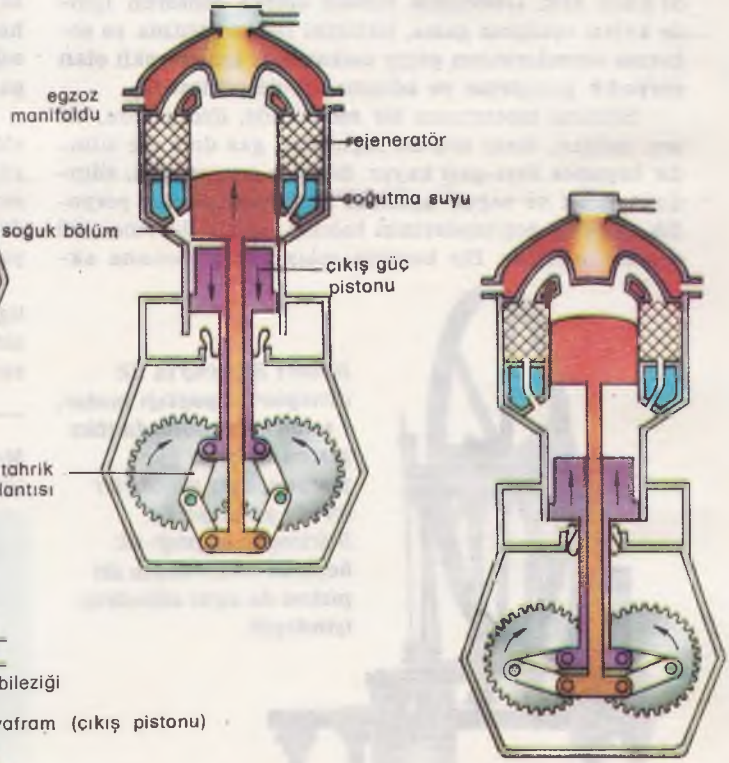
Modern bir Stirling motorunun ısı rejeneratörü. (altta) Bu düzenek gereksiz ısı yitimini önler.

gazın ısı yitirmesini önler. Gaz, ya çelik yünü arasından ya da gazla yeterli temas yüzeyi sağlayacak kadar dar borular içinden geçer. Böylece, sıcak bölgeden soğuk yana akarken verdiği ısıyı, ters yönde akarken geri alır. Stirling'in bu buluşu, dikkate değer bir ustalık ve önsezi örneğidir. Ne var ki, sistemin işlevini gerçek anlamda ilk kez 1854'te W.J.M. Rankine açıklamış, XIX. yüzyılda, Stirling dışında hiç bir yapımcı bu sisteme yer vermemiştir.

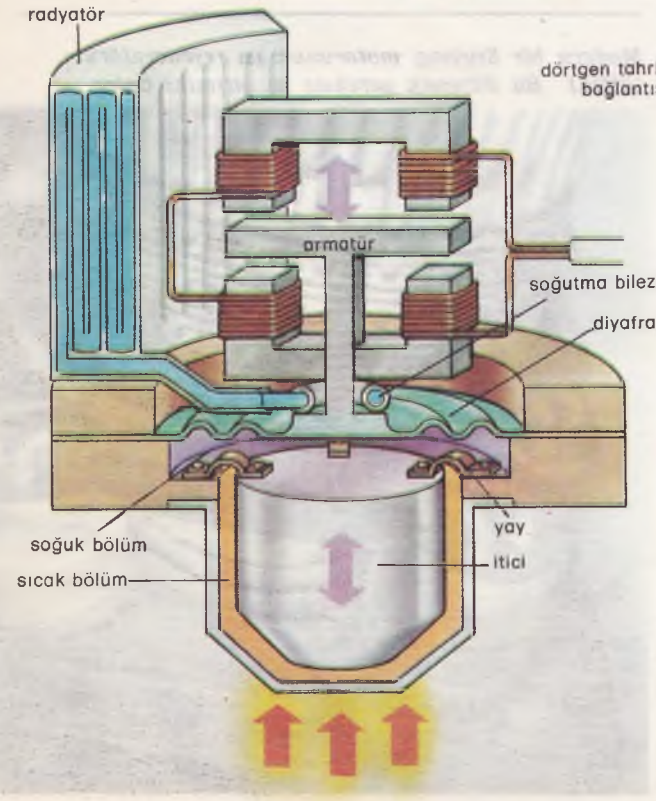
XIX. yüzyıl boyunca Stirling motorlarının, 35 BG

Alttaki üç şekilde tek silindirli bir Stirling motorunun bir silindirindeki bir çevrim görülmektedir. İlk şekilde (altta) yakıcıyla ısıtılan gaz, sıcak bölümde genleşip güç pistonu ile itici pistonu itmektedir. İkinci şekilde, gaz, artık tam olarak genleşmiştir. Piston aşağı doğru hareketini sürdürür, itici de yukarı doğru hareket ederek, gazı sıcak bölümden soğuk bölüme geçirir. Üçüncü şekilde, itici en üst noktaya varmış, gaz soğuk bölüme aktarılmıştır. Hacmi daha azalır ve piston yukarı itilir. Daha sonra soğuk gaz yeniden sıcak bölüme iletilir ve ilk duruma dönülmüş olur. Çevrim yinelenir.





termomekanik jeneratör



«Termomekanik jeneratör»de titreşen bir metal diyafram, çıkıştaki güç pistonunun görevini üstlenir. (solda) Bu diyafram, alternatif akımla çalışan bir jeneratörün armatürüne bağlanmıştır.

(26 kW) gibi yüksek güçlülerinden, çok düşük güçlü motorlara kadar çeşitli modelleri yapıldı. Bunlar, pompaların yanı sıra, kırma, öğütme ve karıştırma makinalarını çalıştırmada da kullanıldı. O dönemin buhar makinalarından daha verimli olan bu makinalarda en önemli sorun, silindirlerin sıcak uçlarının yanmasıydı.

Stirling motoru XX. yüzyılın ilk yarısında pek az uygulama alanı buldu. Ancak son 35 yıl içinde, aralarında Hollanda'daki Philips şirketinin de bulunduğu kuruluşlar tarafından yapılan araştırmalar sonucu, belirli bir ağırlık ve büyüklüğe karşılık, verimleri ve çıkış güçleri benzin ve dizel motorlarından daha yüksek olan motorlar geliştirildi. Stirling ilkesinin yüksek güçlü motorlara uygulanmasını engelleyen temel nedenler, benzin ve dizel motorlarının çok yaygın olması ve motora ısı verip alan ısı değiştiricilerin çok pahalıya malolmasıdır. Bu yüzden, Stirling motorlarının, gelecekte daha çok, düşük güç gerektiren yerlere uygulanacağı sanılmaktadır.

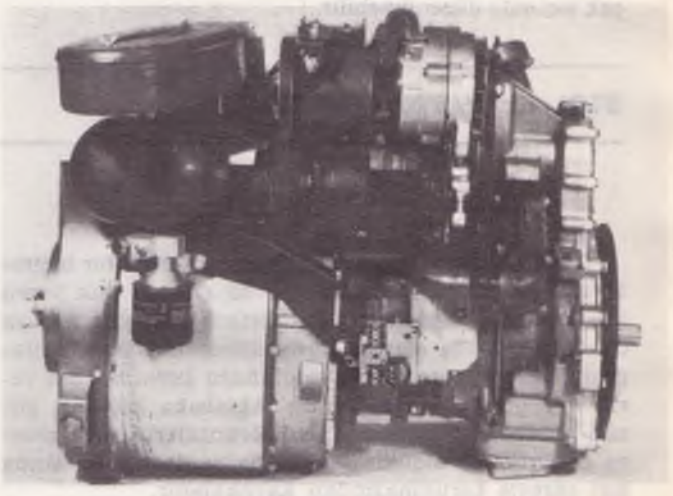
Stirling motorunun bir başka üstünlüğü de, bu motorun «tersinirlik» niteliğinden kaynaklanır. Stirling motoru, ısı kaynağı olmadan, dıştan uygulanan mekanik güçle çalıştırılırsa, motor, normal olarak silindirin sıcak ucu olan yerden ısı çekerek havayı soğutur. Normal durumda soğuk olan ucundan da ısı vererek, bu ucu ısıtır. Bu yöntemle motordan, —60° ile —180°C arasında etkili bir soğutucu olarak yararlanılabileceği gösterilmiştir. Aynı biçimde, motor bir ISI POMPASI olarak, sözgelimi çevreden aldığı ısıyla binaları ısıtmak için de kullanılabilir.

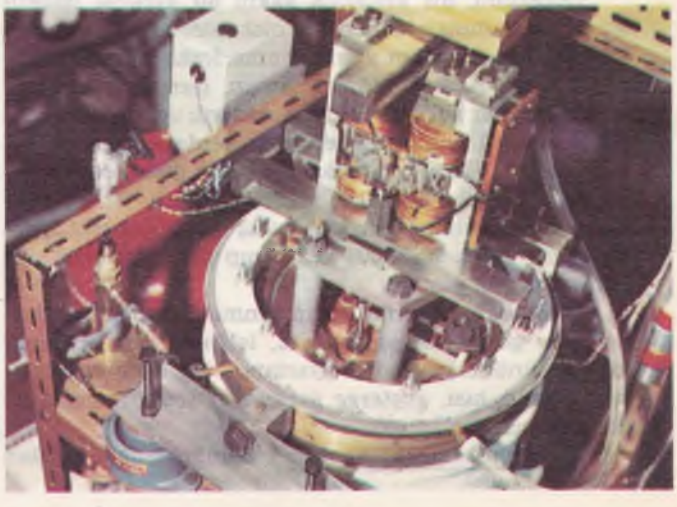
Stirling motorunun yeni geliştirilen iki uygulaması «Termomekanik jeneratör» ile İngiltere'de Atom Enerjisi Araştırma Kurumu'nda geliştirilen «Fluidin» dir.

Termomekanik jeneratör: Deniz fenerlerini beslemek için geliştirilen bu sistem, radyo şiddetlendiricileri ile meteoroloji istasyonlarında da kullanılır. Genellikle yüz watt'tan az, bazen de en çok birkaç yüz watt elektrik gücü gerektiren bu uygulama alanlarında kullanılan güç kaynaklarının sürekli ve güvenilir olması gerekir. Ayrıca, söz konusu uygulamalar genellikle uzak ve ulaşımı güç yerlerde bulunduğundan, sık sık yakıt ikmali ve bakım yapılması çok masraflıdır. Bu yüzden, elektrik üreten sistemin yüksek verimli olmasının yanı sıra, uzun zaman, hattâ birkaç yıl bakıma gerek göstermeksizin çalışması istenir.

Alışılmış Stirling motorları, çok düşük güçlere uygulanmak istenirse, motorun ürettiği güç, motor hacmine bağlı olarak azalır. Buna karşılık, sürtünme yoluyla yitirilen güç aynı oranda azalmadığından, motorun verimi çok düşer. Bu yüzden, termomekanik jeneratör, kayma ve yuvarlanma sürtünmesini bütünüyle ortadan kaldıracak biçimde yapılmıştır. Bu uygulama, hem motorun verimini artırmış, hem aşınmayı azaltıp yağlama gereğini ortadan kaldırmış, hem de motorun ısı uygulandığı anda kendiliğinden çalışmasını sağlamıştır.

İtici piston, silindire dokunmadan, silindir kenarları ile arasında 2,5 mm'lik bir aralık kalacak biçimde, dairesel bir yay üstünde hareket eder. Piston ile silindir arasındaki boşluk, gazın (helyum) sıcak ve soğuk bölümler arasında akmasını sağlar. Bu boşluk aynı zamanda, etkili bir ısı rejeneratörü özelliği gösterecek kadar dardır. Güç pistonu yerine, sürtünmesiz, düzgün hareketli küçük bir elektrik jeneratörünü döndüren, esnek bir metal diyafram kullanılır. Bu diyafram ile jeneratör arasındaki eylemsizlik kuvvetleri, motor gövdesinin titreşmesine yolaçar. Titreşim, alttaki yay aracılığıyla itici pistona iletilerek onu çalıştırır. Bu modelin 25-30 watt gücünde olan bir tipi geliştirilmiş ve veriminin (ısı/elektriksel güç oranı) % 15 kadar olduğu görülmüştür. Ancak, birkaç yüz watt güç üretecek





Philips şirketinin otomobiller için yaptığı bir Stirling motoru. (sağda üstte) Aynı kapasitedeki içten yanmalı motora oranla daha az yakıt tüketmesi beklenen bu motorun, egzozundaki zehirli gaz oranı da çok düşüktür.

Harwell'in «termomekanik jeneratör»ü. (sağda altta) Resmin üst bölümünde alternatörün sargıları görülmektedir.

daha yüksek verimli motorların yapılması da tasarlanmaktadır.

«Fluidin»: Bu modeller, ileri mühendislik olanaklarından yoksun, gelişmekte olan ülkelerde bile çok ucuza üretilebilen ve genellikle su pompalamada kullanılan motorlardır. Ayrıca, yüksek ısıl verimin önemli olmadığı birçok alanda kullanılabilirler.

Bu motorlarda, alışılmış Stirling motorundaki itici piston ile güç pistonunun yerini, çoğunlukla U biçimindeki boruların içinde ileri-geri akan sıvı sütunları (genellikle su) almış ve böylece aygıt büyük ölçüde yalınlaşmıştır. «Sıvı piston» kullanılması, pistonların silindire uyma sorununu ortadan kaldırır. Borular, plastik ve metal gibi malzemelerden yalın yöntemlerle yapılabilir. İtici pistonu güç pistonu yardımıyla çalıştırmak için çeşitli yöntemler başarıyla uygulanmaktadır. Bu yöntemlerden birinde, çıkış pistonunun yarattığı akışın, itici pistonun yolaçtığı akış ile birleştiği noktadaki «jet» etkisinden yararlanılır. Su pistonları kullanılıyorsa, çıkış pistonu doğrudan doğruya pompalama borusuna bağlanabilir.

Isı kaynağı olarak herhangi bir kaynak, sözgelimi güneş ışınları ya da odun ateşi kullanılabilir. Bu uygulamalarda soğuk bölüm, gölgede kalacak ya da pompalanan suyun bir bölümü tarafından soğutulacak biçimde düzenlenebilir.

STOL Bk. V/STOL UÇAKLAR

STROBOSKOP

Stroboskop, frekansı çok hassas (kesin) bir biçimde ayarlanabilen, yanıp sönen ve şiddetli ışık veren bir lambadır. Genellikle, hareketleri, yavaşlatılmış ya da durdurulmuş olarak görüntüleme amacıyla kullanılır. Stroboskopta, gözün «*ağtabaka izlenimi*» adı verilen özelliğinden yararlanılır. Ağtabaka izlenimi, gözün ağtabakası üstüne düşen görüntülerin, söz konusu görüntü yok olduktan sonra da, saniyenin on altıda biri süreyle korunmasından kaynaklanır.

Sözgelimi, dış kenarına yakın bir yerinde işaretli bir nokta bulunan dönen bir disk, stroboskop ışığında incelendiğinde, ışığın yanıp sönme frekansı diskin dönüş frekansına eşit olduğu zaman, işaretli nokta duruyormuş gibi görünür. Bunun nedeni, ışığın her yanışında işaretli noktanın hep aynı yerde olması ve ışığın art arda iki kez yanması arasında geçen süre içinde de, ağtabaka izlenimi yüzünden görüntünün varlığını korumasıdır. Disk dakikada 1 000 kez dönüyorsa, ışığın dakikada 1 000 kez yanıp sönmesi, diski duruyormuş gibi gösterir.

Stroboskop ışığının yanıp sönme hızı, aygıt üstündeki hız göstergesi yardımıyla, izlenen cisim duruyor gibi görününceye kadar ayarlanır. Bu durumda izlenen cismin hızı, gösterge üstündeki frekans değerinden bulunabilir.

Elektronik stroboskoplar: Günümüzde yapılan stroboskopların çoğunda, bir tetikleme jeneratörü ve OSİLATÖR yardımıyla kumanda edilen, içi ksenon gazı doldurulmuş bir DEŞARJ TÜPÜ vardır. Tetikleme jeneratörünü çalıştıran osilatörün frekansı, göstergeye bağlı olan ve onunla birlikte dönen bir POTANSİYOMETRE yardımıyla değiştirilir.

Tetikleme jeneratöründe üretilen düşük enerjili yüksek gerilim sinyalleri, ksenon tüpündeki tetikleme elektrotlarına iletilince, tüpün içindeki gaz iyonlaşır ve bir uçtaki anot ile öteki uçta bulunan katot arasında iletken bir ortam oluşur. Yüksek gerilim devresi tarafından yüklenen bir kondansatör, anot ile katot arasına bağlanmıştır. Gaz, tetikleme sinyalleri yardımıyla iyonlaşınca, kondansatör, tüp içinden boşalırken, bir mikrosaniye kadar süren parlak, şiddetli bir ışık oluşturur. Elektronik stroboskopların en yüksek çalışma hızları, dakikada 150 000 ışıldama kadardır.

Uygulama alanları: Daha önce de sözü edildiği gibi, stroboskopların en önemli kullanım alanı, dönme hızının ölçülmesidir. Stroboskop, hızı ölçülecek olan makinayı yüklemediğinden, mekanik devir saatleri (TAKOMETRE) gibi yavaşlatma tehlikesi taşımaz. Bu özellik, çok düşük güçlü elektrik motorlarının hızlarının ölçülmesinde çok önemlidir. Söz konusu motorların hızı, takometre kullanıldığı zaman, gerçek hızın oldukça altına düşebilir.

Stroboskop, çok hızlı gerçekleşen olayların resim-

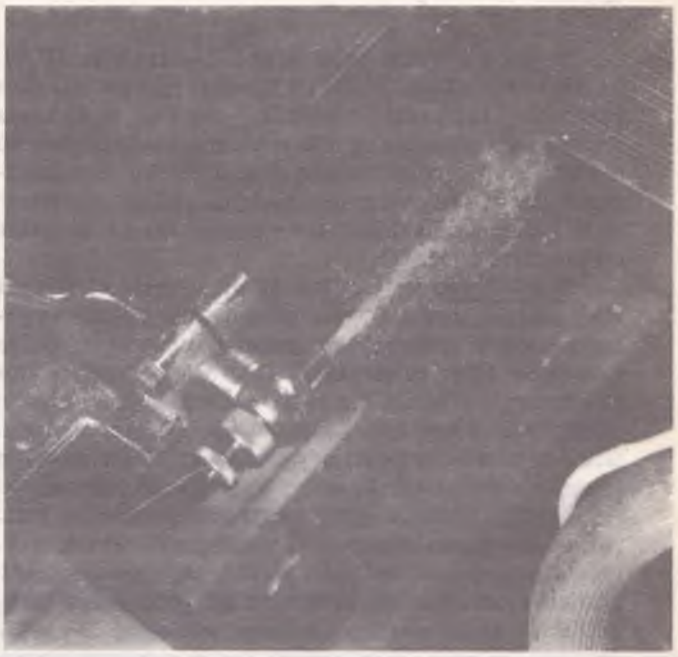
lerinin çekilmesinde, sözgelimi bir mermi hareketinin dondurulmasında da kullanılır. Ancak, fotoğrafçılıkta, genellikle çok kısa süreli ve yüksek şiddette bir tek ışıldamadan yararlanılır. Obtüratörü açık tutma ve stroboskobun yanıp sönmesini uygun bir frekansa ayarlama yoluyla da bir tek film üstüne bir dizi görüntü elde edilebilir. Bir makinanın hareketinin ya da özel bir iş gören bir kişinin hareketlerinin incelenmesinde bu türden resimler yararlı olmaktadır.

Stroboskop ışığı, dönen cisimlerin olduğu gibi, karşılıklı çalışan cisimlerin hareketlerini dondurmak için de kullanılabilir. Stroboskoplardan, makinaların hareketli parçalarının çalışmalarını incelemekte de yararlanılır. Sözgelimi stroboskoplar, dokuma endüstrisinde, çok hızlı bükme ve dokuma tezgâhlarının ayarlanmasında kullanılabilir.

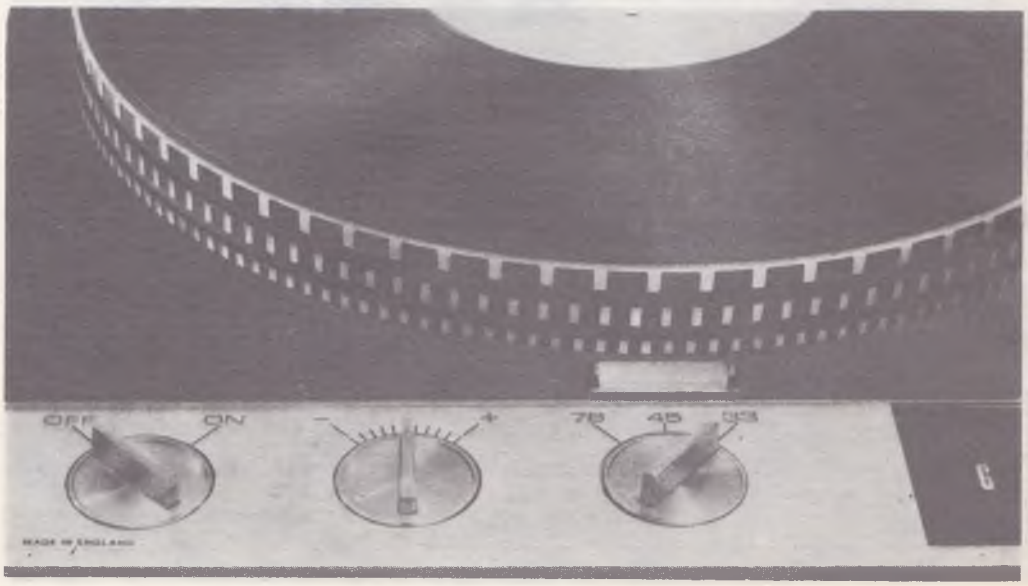
Stroboskop tıp ve ruhbilim dallarında da, belirli frekansta yanıp sönen bir ışığın etkisiyle oluşan sara nöbetleri gibi durumların incelenmesinde yararlı bir araçtır. Stroboskopların saraya yolaçma tehlikesi, bunların diskoteklerde kullanılmalarına bazı kısıtlamalar getirilmesine yolaçmıştır (Bk. IŞIK GÖSTERİSİ).

Stroboskobun öteki uygulamaları: Stroboskobik göz aldanmasına en yaygın örneklerden biri olarak, filmlerde araba tekerleklerinin geriye doğru dönüyormuş gibi görünmesi gösterilebilir. Kullanılan kameranın obtüratör hızı, tekerleğin içindeki çubukların dönme hızını aştığı zaman, film üstünde oluşan görüntü, tekerleklerin yavaşça geriye doğru döndüğü izlenimi uyandırır. Obtüratör hızı, çubukların dönme hızından düşükse, tekerleklerin ileri doğru döndüğü izlenimi uyanır.

Alternatif akımla çalışan lambaların verdiği elektrik ışığı da, gerçekte, şebeke frekansıyla yanıp söner; ama bu yanıp sönme, belirli flüoresan lamba türleri dışında, göz tarafından algılanmaz. Gözün algılamadığı bu yanıp sönmeden, birçok pikap modelinde, plağın dönüş hızını ayarlamada yararlanılır. Çevresinde sırayla beyaz ve siyah işaretler bulunan küçük bir disk, pikabın dönen tablasına yerleştirilir. Pikap dönerken bu disk, şehir geriliminden beslenen bir ışık kaynağının verdiği ışıkla izlendiği zaman (pikap doğru hızla dönüyorsa) duruyormuş gibi görünür. Aynı biçimde, dönen tablanın dış kenarına da diskin görevini üstlenen işaretler konulabilir. Bazı modellerde, dönen tablanın hemen yanına bu işaretleri aydınlatma amacıyla küçük bir lamba yerleştirilir.



Şiddetli stroboskop ışığında çekilmiş fotoğrafa bir örnek. (üstte) Musluktan çıkmakta olan su, önündeki ipliği tezgâh boyunca sürüklemektedir. Sıvı püskürtmeli tezgâh türünde, su, mekik görevini üstlenir.



Yanıp sönme hızını, hareketli bobinli bir ölçü aygıtı yardımıyla gösteren elektronik stroboskop. (solda)

Bir pikap tablasının kenarında yeralan stroboskop işaretleri, hız ayar düğmesinin hemen üstünde bulunan neon lambasıyla aydınlatılır. (sağda)

SU

Dünya yüzeyinin beşte üçünü kaplayan su *(H_2O)*, hayvan ve bitkilerin biyolojik işlevleri için gerekli olan önemli bir kimyasal bileşiktir. Renksiz ve kokusuz olan suyun, oda sıcaklığında sıvı olması şaşırtıcıdır; bu boyuttaki bir molekülün gaz olması gerekir. Söz konusu özellik, su moleküllerinin ayrışma eğilimi göstermemelerinden kaynaklanır. Bu nedenle arı su, gerçekte bir polimerdir *($[H_2O]_n$)*.

Molekül yapısı: Oksijen atomu, sekiz elektronla (eksi yüklü) sarılmış, sekiz proton (artı yüklü) ve sekiz nötronlu (yüksüz) bir çekirdekten oluşur. Dalga kuramına göre, elektronlar çekirdek çevresinde, bir elektronun herhangi bir zaman içinde bulunabileceği bölgeyi belirleyen, bulut biçimli yörüngelere yayılmışlardır. *1s* yörüngesi ile iki sp^3 yörüngeleri, ikişer elektron içerirler. Geri kalan iki sp^3 yörüngelerinde yalnızca birer elektron bulunur. Birer elektronlu yörüngeler kimyasal bağ sağlamaya yarar. *1s* yörüngesindeki tek elektronla sarılmış iki hidrojen atomu, tepkime sırasında, oksijen atomunun tek elektronu sp^3 yörüngeleri üstüne gelene kadar oksijen atomuna çekilebilir. Bu yolla, hidrojen ve oksijen çekirdeklerini içine alan yeni bir yörünge oluşur.

Hidrojen bağı: Hidrojen çekirdeğinde bir, oksijen çekirdeğinde de sekiz proton bulunduğundan, eksi yük, hidrojen çekirdeklerinden oksijen çekirdeğine doğru çekilir. Sonuçta, hidrojen çekirdekleri çevresinde artı yük, oksijen çekirdeği çevresinde de eksi yük ortaya çıkar: Su molekülü içindeki bu elektrik yükü dağılımına, *«ikikutuplu»* adı verilir ve komşu su moleküllerini *«hidrojen bağı»* denilen bir süreçle çeker.

Bernal tarafından önerilen kurama göre, hidrojen bağıyla bir arada tutulan molekül halkaları, sistemsiz

---

Kırağı, yoğuşup donan su buharından oluşur. (altta solda)

Bulutlar, bir akarsu ve göller. (altta sağda) Günde denizden 420 trilyon m^3, karadan da 80 trilyon m^3 su buharlaşır. Buharlaşan suyun, 120 trilyon m^3'ü karaya yağmur ya da kar olarak düşer ve bunun 40 trilyon metreküpü yeniden denize akar. Bu çevrim, 400 000 trilyon watt'lık güneş enerjisi sağlar.

bir düzenleme içinde değişik sayıda su molekülü içerir. Sıcaklık azaldıkça, hidrojen bağına karşı koyan ısıl hareket azalır ve komşu oksijen çekirdekleri arasındaki mesafe kısalır. X ışınıyla yapılan ölçümler, uzaklığın 85°C'taki 3,05 angström'den 15°C'taki 2,90 angström'e düştüğünü göstererek bu görüşü kanıtlamıştır. Suyun yoğunluğu 4°C'ın altında umulmadık biçimde azalır. Ama bu özellik, halka yapısının daha sistemli ve açık duruma gelmesinden kaynaklanır. Buz haline gelen su molekülleri, altıgen biçimli halkalı bir yapı oluşturur.

Suyun kaynama noktasının (100°C), amonyak (NH_3, —33,43°C), hidrojen sülfür (H_2S, —60,30°C) ve metan (CH_4, —161,49°) gibi benzer molekül boyutlarındaki birçok bileşikten çok daha yüksek olmasının nedeni, hidrojen bağıdır. Hidrojen bağlarını yıkmak için gerekli enerji nedeniyle, suyun özgül ısısı (Bk. ISIÖLÇÜMÜ VE ISI) da çok yüksektir.

Ağır su: Hidrojenin yaklaşık % 0,02'si doğal olarak izotop durumunda bulunur. Bu izotopa *«ağır hidrojen»* ya da *«döteryum»* denir. Döteryumun kimyasal simgesi *D*'dir. *Ağır su* ya da döteryum oksitin formülüyse D_2O'dur. Ağır suyun fiziksel özellikleri normal suya benzemez: Kaynama noktası 101,42°C; donma noktası 3,82°C. Ayrıca, normal suyun 4°C'ta 1,0000 gr/ml olmasına karşılık, ağır su, 11,6°C'ta 1,1073 gr/ml'lik en üst yoğunluktadır. Ağır su, atom reaktörlerinde, uranyum çubuklarındaki nötronların hızını denetlemek için yavaşlatıcı olarak kullanılır. Ayrıca, biyolojik araştırmalarda, etiketleme izotopu olarak çok yararlıdır.

SUALTI ODASI

Dalgıçların uzun süre su altında yaşamalarına olanak veren sualtı odası, İkinci Dünya savaşından bu yana çok geliştirilmiştir. Demir başlıklı dalgıç donanımıyla karşılaştırıldığında çok daha güvenilir ve kullanışlı olan SUCİĞERİ'nin bulunması da, bu gelişmeyi hızlandırmıştır. Sualtı odası, temelde karmaşık bir dalgıç çanıdır.

Gelişmesi: Suyun altında uzun süre kalmanın ya da derine dalmanın yarattığı sorunlardan biri, azot soğurulması nedeniyle ortaya çıkan vurgundur (Bk. BASINCA UYARLAMA YÖNTEMLERİ). Su altında uzun zaman geçiren dalgıçların, saatlerce basınca uyarlanma işleminden geçmeleri gerekir. Ama araştırmacılar, insan bedeninin azota karşı bir doyma noktası olduğunu ve bu noktanın ötesinde basınca uyarlanma süresini uzatmanın gereksiz olduğunu bulmuşlardır. Böylece, bir dalgıcın, her gün yeni bir dalış yapıp basınca uyarlanma işleminden geçmesi yerine, su altında haftalar, hattâ aylarca kalıp, sonunda bir tek kez bu işlemden geçmesinin, hem fiziksel, hem de parasal yönden daha uygun olduğu ortaya çıkmıştır. 12 saatlik bir dalış için gerekli olan basınca uyarlanma süresinin, bir haftalık bir dalış için de yeterli olacağı-

Yüzeydeki komuta merkezinde bulunan gözlemcinin, derindeki sualtı odasında çalışmaları izlemesi. (altta) Araştırma programının önemli bir bölümünü oluşturan bu işlem, altmıştan çok personel gerektirir.

nın anlaşılması, içinde dalgıçların uzun süre yaşayıp çalışabilecekleri sualtı odalarının yapılmasına yolaçmıştır.

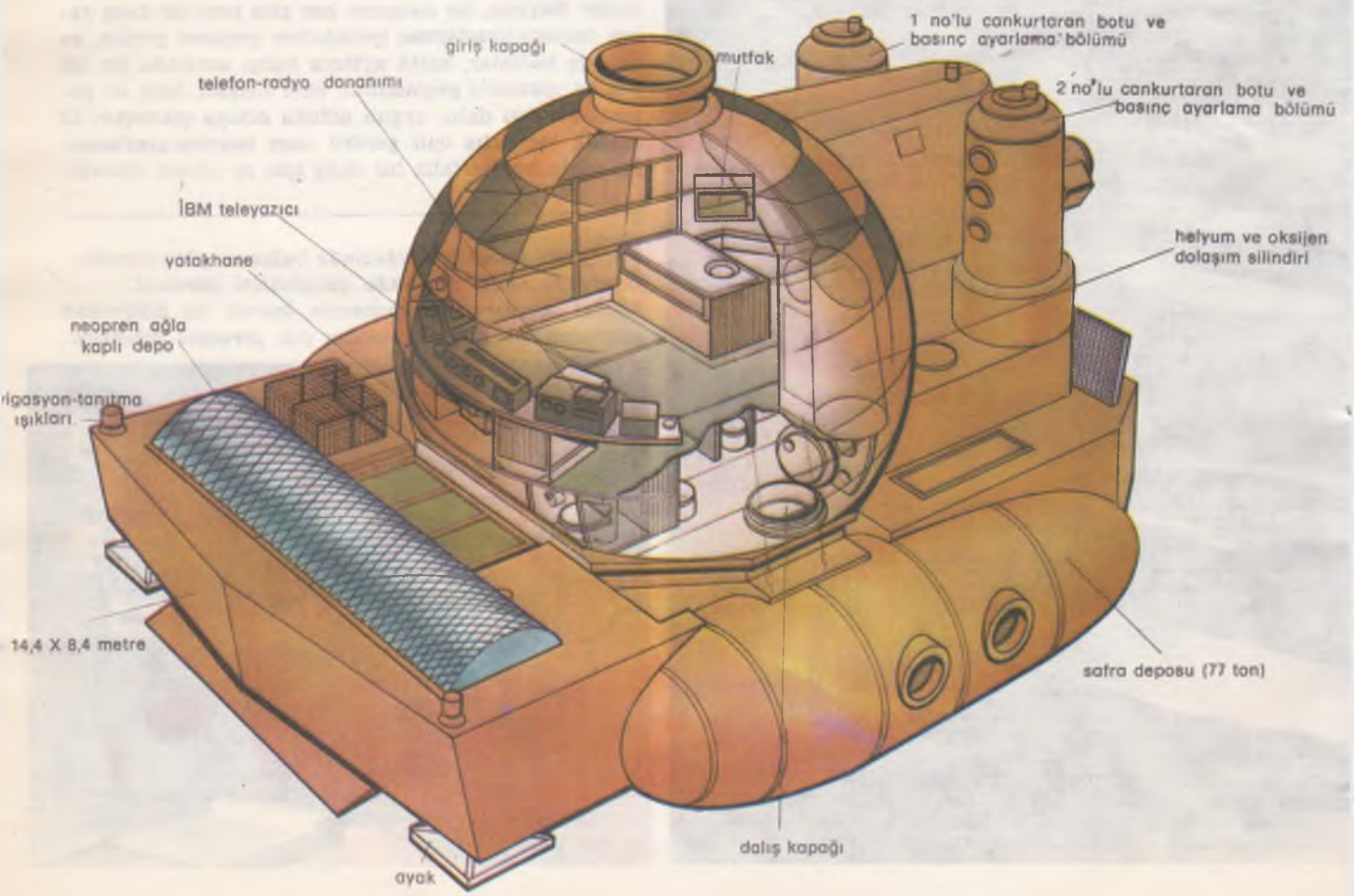
İlkeler: Sualtı odasındaki hava ya da gaz karışımının basıncı, DENİZALTI'lardakinin tersine (denizaltıların içinde basınç, atmosfer basıncına eşittir), oda dışındaki suyun basıncına eşittir. Bu nedenle, karmaşık hava sıkıştırma bölmelerine gerek kalmaz ve odaya kolayca girilip çıkılabilir (Bk. DALGIÇ ÇANI).

Oda duvarının iki yanında basınç eşit olduğundan, duvarların güçlü olması gerekmez. Hattâ, oda deniz dibine sıkıca demirlenmişse, duvarlar, kumaş ve benzeri maddelerden bile yapılabilir. Dört bilim adamının oturmasına ve laboratuvar çalışmalarını sürdürmesine elverişli, 7,5 m çapında yuvarlak bir sualtı odası olan *Kraken* bu tür bir modeldi. Bu modelden iki tane yapılıp denendikten sonra, Kraken projesi, yeterli mali destek sağlanamadığı için durdurulmuştur. Günümüzde sualtı odalarının çoğu, çelik gibi çok daha güçlü malzemelerden yapılır.

Sualtı odaları hacimleri büyük olduğundan, oldukça büyük bir kaldırma kuvvetinin etkisi altında kalırlar. Bu yüzden, deniz dibine sıkıca bağlanmaları ya da demirlenmeleri gerekir. Yüzey sularının etkisiyse o kadar önemli değildir. Bir deneyde, yüzeyde 9 kuvvetinde esen rüzgarın 18 metre derindeki odanın giriş düzeyinde ancak 2,5 cm kadar bir harekete yolaçtığı görülmüştür. Buna karşılık, sualtı akıntıları sorun yaratabilir.

Demirleme yöntemlerinden birinde, sualtı odası, boyları ayarlanabilen kablolarla bir platforma bağlanır ve böylece deniz yatağının birkaç metre üstünde yüzer. Odanın uçlarında yeralan yüzdürme tankları, odanın, bütün safrasıyla birlikte, küçük bir gemiyle demirleneceği yere kadar çekilebilmesini sağlar. Birleştirilebilen modüllerle iki, dört ya da altı kişilik hale getirilebilen İngiliz yapımı *Bacchus* adlı sualtı odası, bu biçimde demirlenen bir modeldir.

Jacques-Yves Cousteau tarafından geliştirilen «Conshelf III» deneysel sualtı odası. (altta) 1965 yılının Eylül ayında Akdeniz'de 100 metre derinliğe dalan bu araçta bulunan altı kişilik ekip, üç hafta süreyle deneyler yapmıştı. Su, aracın dışında, neopren kaplı bir depoda saklanıyordu. Dalgıçlar, o derinlikteki basınçta aynı değerde tutulan helyum ve oksijen soluyorlar, böylece basınçlı bölmelere gerek kalmıyordu.



Daha yaygın bir demirleme biçimi de, oturma ve çalışma bölümlerinin safra yatağına tutturulmasıdır. Amerikan yapımı olan *Tektite I* buna örnektir. Her biri 5,4 metre boyunda ve 3,6 m çapında olan iki oda ile bunları birleştiren 1,2 m çapında bir tünelden oluşan bu araca, dalışından önce iki ay yetecek kadar yiyecek yerleştirilir, su ile havaysa, yüzeyden hortumla pompalanırdı.

Tektite'ta solunan havanın bileşimi, yapılan işe göre ayarlanırdı. Havanın basıncı oda dışındaki basınca eşitti, ama oda içindeki kısmi oksijen basıncı, normal deniz düzeyi değerinde (158 mm cıva) tutulur, azot da seyreltici olarak kullanılırdı. Solunan havada oksijen düzeyini düşük tutmanın birçok nedeni vardı. Bunlardan biri, atmosfer basıncından daha yüksek

Virgin adaları açıklarında deniz dibindeki «Tektite» sualtı odası. (sağda) Resimde, okyanus dibinde geceleri çalışmayı sağlayan ve odanın dışında yeralan fenerin, balıkgözü objektifle çekilmiş fotoğrafı görülmektedir. Gözleme deliğinin kapağı kapatılmıştır.

Deniz altındaki sualtı odası yarı hareketli bir araçtır. Resimde (altta) görülen ve yüzeyden kumanda edilen bu taşıma kapsülü yardımıyla, odaya dalgıç gönderilebilir.

basınç altında, daha fazla miktarda solunan oksijenin bir süre sonra zehirleyici etki yapmasıydı.

Bütün sualtı odaları yüzeye hortumla bağlanıp, sıvı, gaz ve haberleşme, bu yoldan sağlanabilir. Ama yüzeyden yapılacak ikmal ve yardım hava koşullarına bağlı olduğundan, bu odaların kendilerine yetecek biçimde yapılmaları gerekir. Sualtı odalarında, söz konusu durumlarda kullanma amacıyla yedek depolar bulundurulur.

Kullanım yerleri: Sualtı odalarının uygulama alanları çok çeşitlidir. Bunların başında, günden güne yaygınlaşmakta olan sualtı petrol kuyuları gelir. Ayrıca, sualtı madenciliği de sualtı odalarının kullanım alanlarından biridir. Gelecekte, besin olarak balıklara bağımlılığın artacağı düşünüldüğü için yapılan deneyler, balıkların da sürüler halinde «güdülebileceğini» ya da uygun bir çevre içinde toplanabileceklerini göstermiştir. Sözgelimi, Florida açıklarındaki bir bölgede su altına yerleştirilen eski otomobil lastikleri, kısa zamanda belirli balık türlerinin yuvası haline gelmiştir.

Sualtı odasının teknoloji açısından pek sorun yaratmamasına karşılık, haftalarca basınç altında yaşayan dalgıçlarda ortaya çıkabilecek ruhsal ve fizyolojik sorunlar henüz araştırma aşamasındadır. *Tektite I*'in 40 günlük bir dalışı sırasında, İBM kartlarına yaklaşık 250 000 çeşit bilgi kaydedilmiştir. Bunlar arasında yapılan çalışmalar, dalgıçlar arasındaki kişisel ilişkiler, uzun süre toplumdan yalıtılmış biçimde belirli bir grup içinde yaşamaya gösterilen uyum, alınan besinler, kişilikteki değişmeler, kişisel sağlık sorunları konularında da bilgiler bulunmaktadır. Basınç altında uzun süre kalmanın insan bedeninde değişikliklere yolaçabileceği düşünülmektedir; ama bu konuda yapılan incelemelerden henüz kesin bir sonuç elde edilememiştir.

SUBİLİMİ

Subilimi *(hidroloji)*, su kaynaklarının dağılımını etkileyen doğal olayları ve fizik yasalarını inceler. Su, insanın en değerli doğal kaynağıdır. İnsanoğlu, elmassız ya da petrolsüz yaşayabilir, ama susuz yaşayamaz. Su, yeryüzünde en çok bulunan maddedir. Bununla birlikte, okyanuslar ve denizler su gereksiniminin yalnızca % 3'ünü sağlamaktadır. Deniz suyunun tuzlu olması yüzünden, bu su, ancak çok pahalı bir yöntem olan TUZ GİDERME işlemiyle içilebilecek hale getirilebilir.

Karalardaki tatlı su kaynaklarının bile büyük bir bölümünden yararlanılamamaktadır. Bu suyun çoğu, kutuplarda buz biçimindedir; geri kalan sıvı suysa, genellikle yeryüzünün çok derinlerinde olduğundan çıkarılamaz. Sonuçta, toplam su kaynaklarının yalnızca % 0,34 kadarı kullanılabilmektedir. Bu orana, ırmaklar, göller ve yerkabuğunun 1 km'ye kadar altında bulunan sular girmektedir.

Su çevrimi: Doğal tatlı su kaynakları, buharlaşma, yağmur, dolu, kar, kuraklık, ırmaklara giden akıntılar gibi olaylarla belirlenir. Tatlı su çevrimi, subiliminin temelini oluşturur. Çevrim sonsuzdur, ama insanlar tarafından belirli ölçülerde değiştirilebilir.

Su kaynağı bulmak için yapılan sismik araştırma sırasında bir patlama. (sağda)

Şok dalgaları alınıp osilograflara verilir. Osilografta dalga sinyallerinin izleri, bir polaroid kamerayla (altta) saptanır.

Çevrim, denizde başlayıp denizde biter. Güneş ısısı deniz yüzeyindeki suyu buharlaştırır. Nemli ve sıcak hava, soğuk ve kuru havayla yer değiştirir. Sıcak hava yükseldikçe soğur ve çok yükseklerdeki atmosfer basıncının düştüğü yerlerde yayılır. Buralarda buhar, damlalara dönüşür. Oluşan bulutlar, daha sonra, yağmur, dolu ya da kar olarak yere düşer.

Yağışların büyük bir bölümü denize düşer, ama bir bölümü de karalara iner. Karaya düşen bütün sular tatlı su sistemine giremez. Bu suyun yarısından fazlası, toprak tarafından emilmeden buharlaşır. Toprak suyundan bitkiler, kendileri için gerekli suyu alırlar. Geri kalanıysa ırmaklara, göllere ve yeraltı sularına karışır. İnsanoğlu kendisi için gerekli suyu, bu kaynaklardan sağlar.

Eski uygarlıkların çoğu, su gereksinimlerini kolayca karşılamak için ırmak kenarlarına kurulmuştur. Bir kişinin günde ortalama 1 litre su içmesine karşılık, İ.Ö. 3 000 yılından bu yana, banyo, tuvalet, sulama, yüzme havuzları gibi yeni gereksinimlerle su kullanımı gittikçe artmış ve günümüzde endüstrileşmiş ülkelerde kişi başına günlük tüketim 230 litreyi bulmuştur. Bunun yanı sıra, su arıtma işlemleri sonucu elde edilen suyun % 40 kadarı da endüstri alanında tüketilmektedir. Endüstri suyunun yaklaşık üçte ikisiyse, soğutma işlemlerinde kullanılır. Sözgelimi, bir ton çeliğin üretimi sırasında 20 000-45 000 litre su gerekir.

Ölçümler: Yeterli su kaynağı sağlamada karşılaşılan güçlüklerden biri, ırmak sularındaki ve yağış miktarındaki mevsimsel değişikliklerdir. Buna karşılık, yıl boyunca gerekli olan su miktarı değişmez. Mühendisler sulak mevsimlerde biriken suların, kurak zamanlarda kullanılması amacıyla çalışmalar yapmaktadırlar. Subilimciler, düşen yağmur ile akarsu gibi kaynaklardan elde edilen suyun hacmi arasındaki bağıntıyı saptarlar. Bu saptamadan sonra subilimci, çeşitli hava koşullarının ve farklı oranlardaki su kullanımlarının su durumu üstündeki etkisini belirler.

Akarsular ve yağış konusunda yapılan dikkatli ölçümler, araştırmacıya, «akış = yağış — buharlaşma — toprak suyundaki değişiklikler» denklemini çözebilmesi için gerekli bilgiyi sağlar.

Yağmurlar genellikle, XVII. yüzyıldan bu yana kullanılan yağışölçerle ölçülür. Akarsu akışlarındaki değişikliklerse, su düzeyinin ölçekli çubuklarla ölçülmesiyle saptanır. Bunların en eskisi İ.S. 622 yılında Mısır'da Nil'de kullanılmıştır.

Daha hassas ölçümlerde, iki kenar arasındaki ya da yatak ile yüzey arasındaki hız değişiklikleri de göz önüne alınır. Genellikle akarsu, yan kesit alanlarına bölünür ve akışı AKIŞÖLÇER'lerle saptanır. Buharlaşmanın doğrudan ölçülmesi olanağı henüz bulunamamıştır. Ancak, buharlaşmaya yolaçan etmenlerin (sözgelimi sıcaklık, rüzgar hızı, nem ve güneş ışınımı) ölçümlerinden, potansiyel oranı yaklaşık olarak hesaplanabilir.

Uygulamalar: Subiliminin çok sayıdaki uygulamalarından biri, barajların yapılacağı bölgeleri saptamaktır. Genellikle yoğun nüfuslu yerler, yani en çok su tüketilen bölgeler, baraj yapımına elverişsizdir. Bu yüzden barajlar, temel su tüketim bölgelerinin oldukça uzağına yapılır. Baraja akan su miktarı çeşitli etmenlere bağlıdır. Bunlar arasında, toprağın yüzeyini değiştiren bitki örtüsü, yollar ve yapılar gibi etmenler ile suyun buharlaşma ve toprağa sızma oranları yeralır.

Subilimi, su kaynaklarıyla olduğu kadar, toprak kayması ve sel denetimiyle de ilgilidir. Her iki alanda da, çeşitli koşullar altında su akışının ve topraktaki su miktarının tahmin edilmesi büyük önem taşır.

SUCİĞERİ

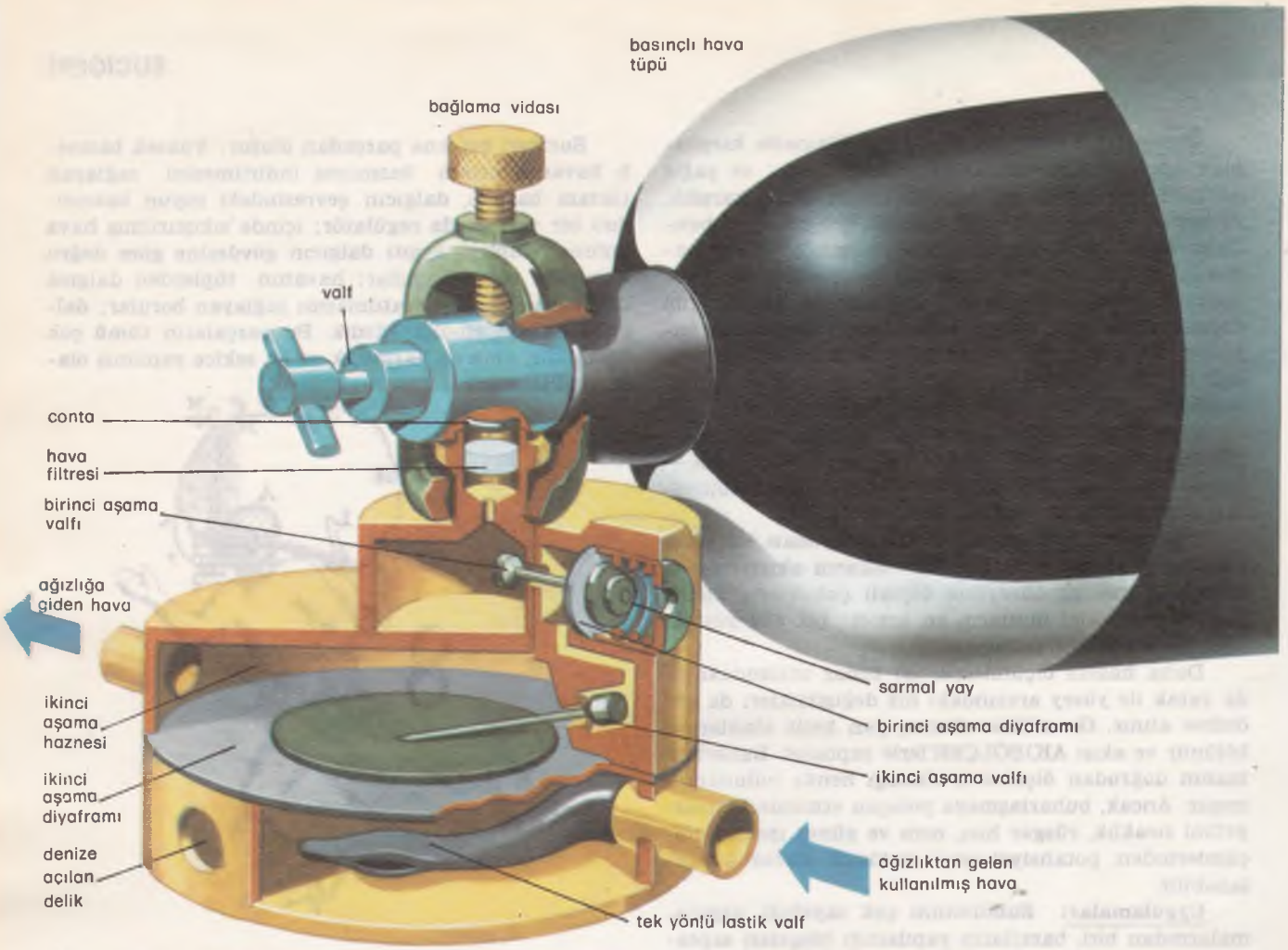
Suciğeri, dalma sırasında dalgıçların, kendilerine gerekli havayı yanlarında taşımalarını sağlayan bir sistemdir. Yüzeyle hiç bir bağlantıya gerek göstermeyen suciğeri, dalgıçların, hava boruları, güvenlik ipleri ve metal başlık gibi parçalardan oluşmuş geleneksel dalgıç donanımıyla olduğundan daha rahat hareket etmesini sağlar.

Suciğeriyle dalan dalgıcın su altında kalma süresi, taşıdığı hava tüplerinin hacmiyle sınırlıdır. Ama gene de, suciğerinin sağladığı oldukça uzun dalma süreleri, bu aygıtın sualtı bilimi ve teknolojisi ile arama ve kurtarma işlerinde önem kazanmasına ve dalgıçlığın dünyanın her yanında bir spor haline gelmesine yolaçmıştır.

Suciğeri beş ana parçadan oluşur: Yüksek basınçlı havanın ortam basıncına indirilmesini sağlayan (ortam basıncı, dalgıcın çevresindeki suyun basıncıdır) bir valf ya da regülatör; içinde sıkıştırılmış hava bulunan tüpler; aygıtı dalgıcın gövdesine göre doğru konumda tutan kayışlar; havanın tüplerden dalgıca iletilmesini ve dışarı atılmasını sağlayan borular; dalgıcın havayı emdiği ağızlık. Bu parçaların tümü çok önemlidir, ama en karmaşık ve en zekice yapılmış olanı, regülatördür.

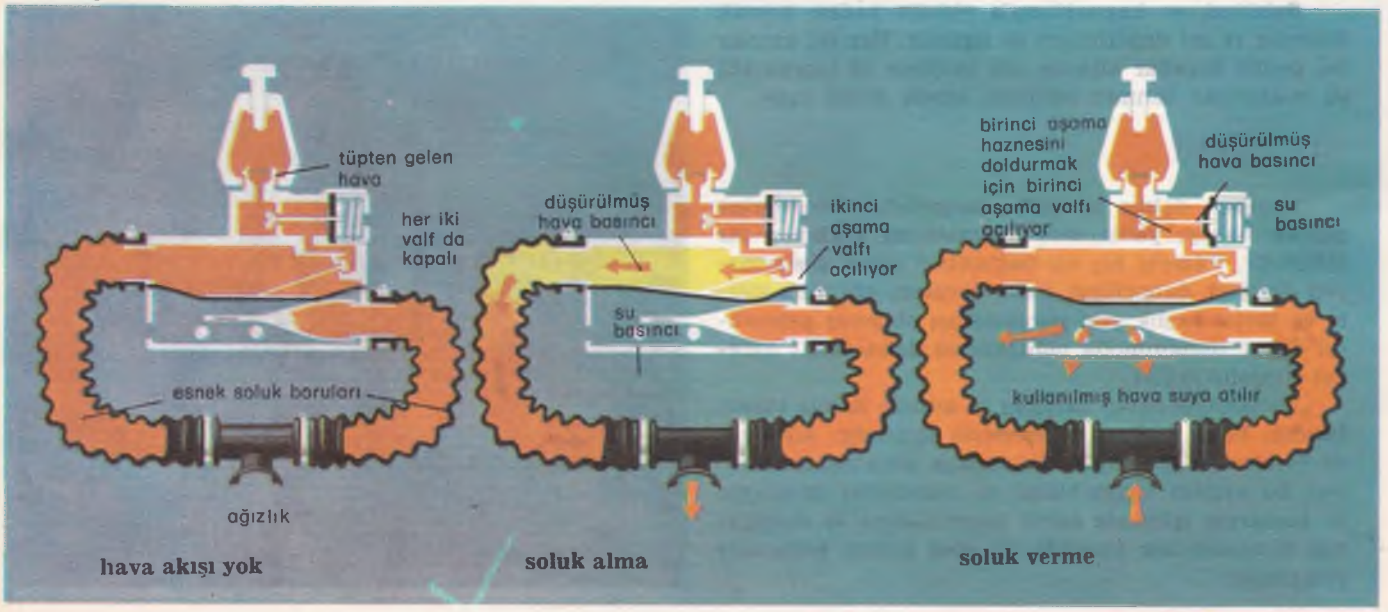
Vannoccio Biringuccio'nun 1540 yılında yayınlanan «Pyrotechnia» adlı yapıtından, kendi kendine yeterli bir dalgıç donanımı tasarımını gösteren bir çizim. (üstte)

İçinde sıkıştırılmış hava bulunan iki tüp taşıyan bir suciğerli «balıkadam». (altta) Lastik giysi, soğuk sularda balıkadamı korur.



İki aşamalı regülatör. (üstte) Tüpün içindeki havanın yüksek basıncı, iki aşamadan oluşan bir işlemle, iki ayrı valf ve hazne düzeneği aracılığıyla çevredeki su basıncı düzeyine indirilir. Her düzenekte, havanın belli bir basınç düzeyinin altına inmesiyle valf açılır. Valfı normal olarak kapalı tutması gereken birinci aşamanın yüksek basıncı, bir sarmal yayla dengelenir.

Regülatörün üç aşamalı çalışması. (altta) Sudan daha yüksek basınçta olan hava kırmızı renkle, aynı basınçta olan hava turuncu renkle, daha düşük basınçta olan havaysa sarı renkle gösterilmiştir. Dalgıç soluk alarak ikinci aşamadaki valfı açar ve böylece ikinci aşama haznesindeki basıncı düşürür. Birinci aşama, boşaltıldığında kendini otomatik olarak doldurur.



İnsan karada yaşayan bir canlı olduğundan, bedeni, normal atmosfer basıncı düzeyindeki (deniz düzeyinde bir atmosfer ya da 1 bar kadar) basınçlara uyarlanmıştır. Oysa su, havadan çok daha yoğun olduğu için, dalgıç su içinde, karadakinden daha büyük bir basıncın etkisi altında kalır. Derine inildikçe basınç artar. 10 metre derinlikte, deniz suyu basıncı yaklaşık iki atmosfer kadardır ve her 10 metrede bir, basınç, yaklaşık bir atmosfer artar.

İnsan bedeni, çok büyük basınçlar altında bile sıkıştırılamayan katı ve sıvı maddelerden oluşur. Ama bedende, içi hava dolu boşluklar da bulunur (akciğerler, sinüsler, iç kulak, mide) ve bunların tümü solunum sistemine bağlanır. Bu nedenle, solunan hava, bedeni çevreleyen havayla aynı basınçta değilse, boşluklar daralmaya zorlanacaktır. Hava kolayca sıkıştırılabildiği için,pek derin olmayan yerlerde bile, solunum çok güçleşecek ve dalgıç daha da derine inerse, basınç bu boşlukları dümdüz edip, dalgıcın ölümüne yolaçacaktır.

Regülatör: Regülatörün işlevi, bu sorunların ortaya çıkmamasını sağlamaktır. Bunun en yalın yolu, bir yanı yüksek basınçlı tüpe bağlanmış olan yuvarlak bir kutudur. Kutunun öteki yanı, suyun girmesi için açık bırakılmıştır. Ancak, açık yanda bulunan bir lastik diyafram nedeniyle su, kutunun içine dolmaz. Diyafram, kutunun içinde, silindirden çıkan havayı denetleyen bir valfa bağlanmıştır. Diyafram içeri itildikçe bu valf açılır.

Dış basınç (atmosfer basıncı ya da su basıncı), diyaframı içeri doğru iter. Bu durumda hava valfı, öteki yana geçen hava basıncı dengeleninceye kadar açılır. Valfın iki yanındaki basınç eşit olduğundan, dalgıcın soluduğu hava, ortam basıncındadır.

Dalgıç bu havayı soluduğunda, hazne içinde bir vakum yaratır. Dış basınç, valfı yeniden açar ve işlem böylece sürer.

Tek aşamalı aygıtların sakıncası, yüksek basıncın valf üstüne büyük bir yük yüklemesidir. Bunu önlemek için, iki aşamalı aygıtlar geliştirilmiştir. İki aşamalı aygıtlarda, önceden ayarlanmış bir yay basıncına karşı hareket eden bir valf, havayı 200 bar basınçtan 7 bar basınca indirir. Hava bundan sonra, tek aşamalı aygıta benzer bir aygıtla ortam basıncına düşürülebilir.

Bölünmüş aşamalı ya da tek borulu tipteki aygıtlarda, birinci aşama doğrudan tüpün üstüne takılmıştır ve küçük çaplı tek bir basınç hortumuyla maskeye bağlanır. İkinci regülatörse, maskede bulunur.

Bazı regülatörlerde, hava borularının bağlanabileceği girişler bulunur. Bu borularla, yüzeydeki tüplerden ya da KOMPRESÖR'lerden oldukça düşük basınçta hava alınabilir. Yöntem, dalgıcın daha uzun süre su altında kalmasını sağlar.

Tüpler ve kayışlar: İçlerine hava depolanan tüpler oldukça yalındır. Çeşitli büyüklüklerde yapılırlar. İçlerindeki hava tükenince kolayca yüzeye çıkmaları için, genellikle boş durumdayken yüzebilir olmaları istenir. Hava tüpleri gri renge boyanır, tepelerine de siyah ve beyaz boya sürülür. Bu renkler, tüp içindeki gazı gösteren geleneksel renklerdir (siyah beyaz, tüp içinde hava bulunduğunu gösterir). Tipik bir tüpte 200 bar basınç altında 1,7 m^3 hava bulunur.

Dalınan derinlik arttıkça, her solukta tüketilen hava miktarı artar. Bu nedenle dalma derinliği, su altında kalma süresini kısıtlar. 10 m derinlikte bir dalış için bir saatlik hava veren tüpler, 30 m derinlikte 30 dakikalık hava sağlayabilir. Dalgıcın çok hareket etmesi ve üşümesi de, hava tüketimini artırdığından, su altında kalma süresini kısaltır.

Kayışlar genellikle, çelik telli naylon ya da pamuk dokumalardan yapılır. Kayışların görevi yalnızca silindirleri dalgıcın sırtında tutmak değil, aynı zamanda regülatörün, dalgıcın akciğerlerinin olabildiğince yakınında bulunmasını sağlamaktır.

Gelişmeler: İlk güvenilir suciğeri sistemi, Jacques-Yves Cousteau ve Emil Gagnan tarafından geliştirildi. Bu alanda daha önce de çeşitli araştırmalar ve deneyler yapılmıştı. Bunların ilk örnekleri mayın kurtarma çalışmalarıyla ilgiliydi. 1879'da H.A. Fleuss adlı bir tasarımcı, Londra'da, havanın sırtta taşınan esnek bir torba içinde depolandığı bir donanım sergilemişti. Bu sistemde, dalgıcın kullandığı hava yeniden torbaya veriliyordu. Ancak, bu hava geri dönerken, kostik potasla karbondioksidi alınıyordu.

Her solunumda içindeki oksijenin yalnızca küçük bir bölümü tüketildiğinden, küçük bir hava deposu, uzun bir süre kullanılabiliyordu. Dalgıcın tükettiği oksijen, gene yanında taşıdığı küçük bir tüpten yenilendiğinden, dalma süreleri oldukça uzun tutulabiliyordu.

Ne var ki, söz konusu aygıt yalnızca sığ sularda kullanılabiliyordu ve regülatörü bulunmadığından, bu durumda bile solunumu güçleştiriyordu.

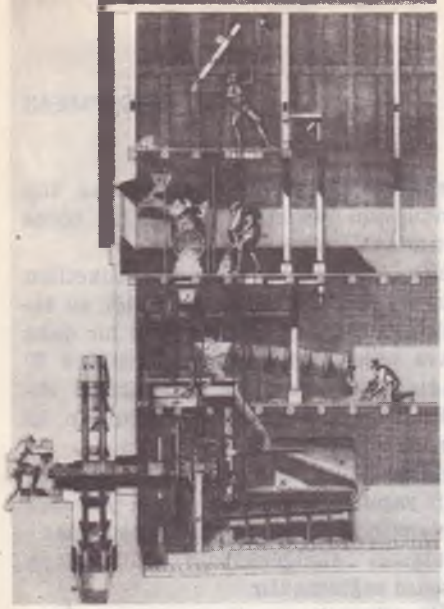
İkinci Dünya savaşı başlarında etkili donanımlar geliştirmek için yapılan çalışmalar hızlandı. Birçok sistem geliştirildi, ama tümünde de (Amerikan, Alman ve İngiliz yapımları) bazı temel kusurlar bulunuyordu.

Bu sorunların çözülmesi, Alman işgali altındaki Fransa'da çalışan Cousteau ile arkadaşları tarafından gerçekleştirildi. Cousteau'nun en önemli başarısı da, su altında daha büyük serbestlik sağlayan regülatörü ortaya çıkarmasıydı.

SU DEĞİRMENİ

İlk olarak İ.Ö. I. yüzyılda Roma'da ortaya çıkan su değirmenlerinin iki türü vardı.Birinci türde, değirmen çarkı, değirmen taşlarının altına yatay olarak yerleştiriliyor ve bir su akıntısı tarafından döndürülüyordu. Arada hiç dişli yoktu. Çark mili uzatılıp, yukarda taşla birleştirilirdi. Hem sürekli hızlı akan akarsulara gerek göstermesi, hem de 1,5 beygirgücünü aşmayan çalışma güçlerinden dolayı,bu değirmen türü sonradan pek geliştirilmedi. Günümüzde de yalnızca Avrupa ve Asya'nın dağlık bölgelerinde az sayıda örneği bulunmaktadır.

İkinci tür değirmende çark dikey olarak yerleşti-



Fransa'da bir su değirmeninin içini gösteren, XVIII. yy'dan kalma resim. (üstte) Resimde çark da görülmektedir. İngiltere'de XVIII. yüzyıldan kalma bir demirci ocağı. (sağda) Resimde, suyla işleyen iki çekiç ve bir vinç görülmektedir. Su enerjisinden yararlanma, dokuma tezgâhları ile çelik işleme tezgâhlarının da ortaya çıkmasına yolaçmıştır.
Üstten su alan bir değirmen çarkı. (altta)

riliyor ve çarkın kanadına aşağıdan ya da çarkın üstündeki bir oluktan su veriliyordu. Böylece, dönme gücü yalnızca oluktan gelen su basıncıyla değil, çarktaki kanatların ağırlıklarıyla da ortaya çıkıyordu. Çapları 2,6 metre olan çarkların kullanıldığı Roma değirmenlerinin 3-6 beygirgücünde olduğu sanılmaktadır. Saatte 300 kg un işleyebilen bu değirmenler, 30-45 dev/dak hızla dönüyorlardı. Yatay çarkın tersine, ikinci tür değirmende, değirmen taşlarına 4 kat artırılmış hız veren dişliler kullanılıyordu. Dikey çarklı değirmenler, yeterli suyun bulunduğu her yerde yapılabilmelerine karşılık, su dönüşünü sağlamak için ayrıntılı düzenler kurulmasını gerektirmeleri bakımından düşük güçlü oluyorlardı.

Roma İmparatorluğu'nun son yıllarında ve kavimler göçü döneminde Avrupa'nın her yanına yayılan su değirmeni, XI. yüzyıla kadar yalnızca tahılların öğütülmesi amacıyla kullanıldı. Ama, XII. yüzyılda değirmenler, bira fabrikaları için arpa, sepievleri (tabakhaneler) için ağaç kabuğu öğütmeye başladılar. Ayrıca, ana şafttaki dişlilerin yerini krank kolları aldı ve su değirmenlerinde çekiçler, testereler, körükler, zımbalar da kullanılmaya başlandı. Böylece Ortaçağ boyunca, endüstride su enerjisinden yararlanma oranı günden güne arttı. Ortaçağ'da demir endüstrisi, suyla çalışan demirci ocaklarıyla gelişti. Su değirmenleri bir süre sonra, silah namlusu yapımında ve kağıt hamuru üretiminde de kullanıldı.

Endüstride su gücünden günden güne daha çok yararlanılmasına karşılık, değirmen çarklarının veriminde ya da büyüklüğünde önemli bir değişiklik olma-

dı. Çarklar tahtadan yapılıyor, tahta dişlilerle döndürülüyordu. 4 metre çapında bir çarkla çalışan bir değirmenin gücü 30 dev/dak için 10 beygirgücü kadardı.

Su gücünden yararlanma sonucu, endüstri tesisleri akarsu kenarlarına kaydı. Ama bir süre sonra buhar makinalarının ortaya çıkması, endüstrinin yeni bir enerji kaynağına, yani kömüre yönelmesine yolaçtı. Böylece, su değirmenlerinin kullanımı azaldı. XIX. yüzyıldan sonraysa, su değirmenleri, bazı kırsal bölgelerde yalnızca tahılların öğütülmesi amacıyla kullanıldı. Günümüzde değirmen havuzlarını, savakları hazırlamak ve değirmeni kurmak çok masraflı olduğundan, su değirmenleri genellikle ekonomik bulunmamaktadır.

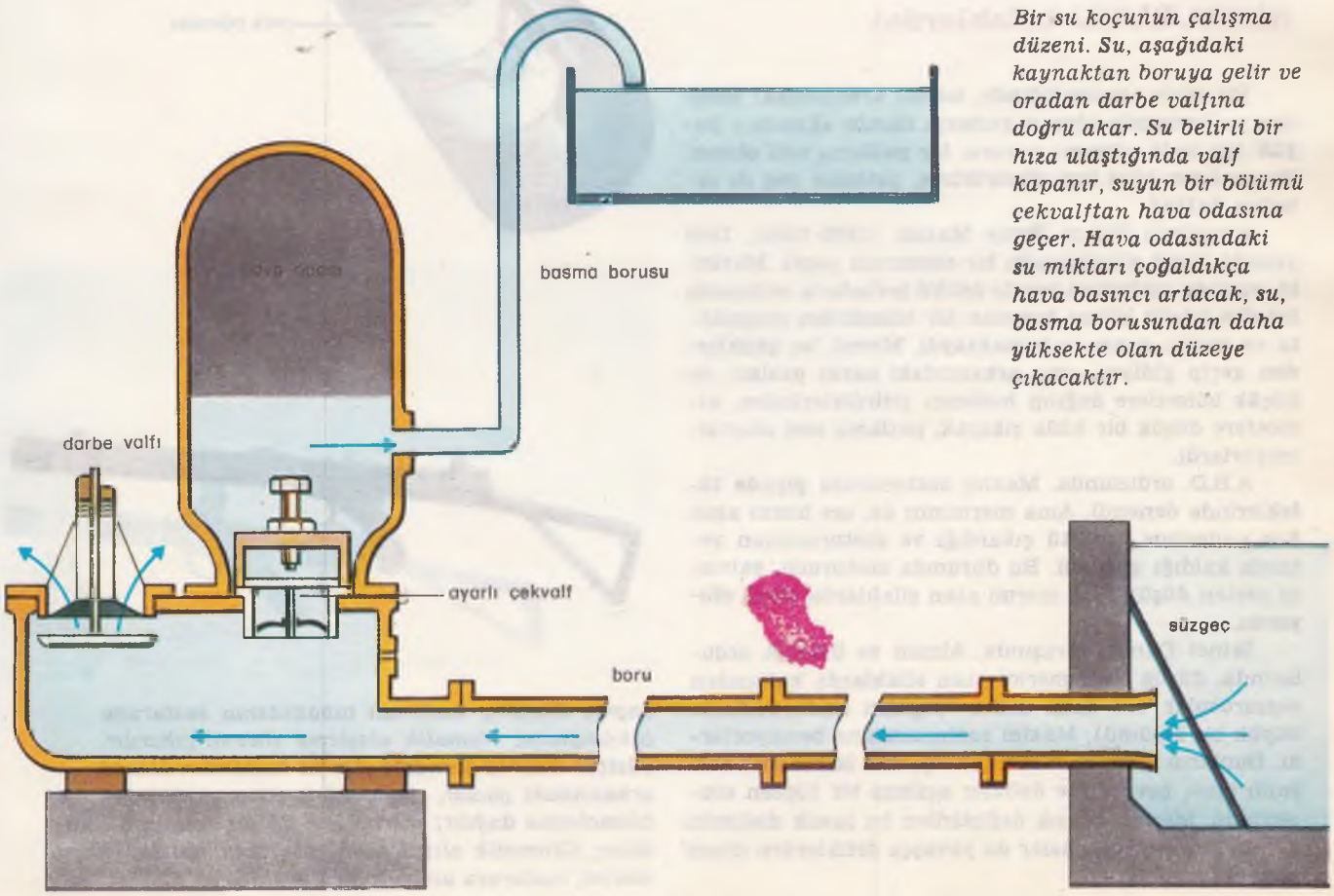
SU KOÇU

Su koçu, bir boru içinde akan sudaki kinetik enerjinin kullanılmasıyla, suyun bir bölümünün yukarı çıkarılmasına yarayan bir aygıttır. Uzun bir borunun sonundaki bir valf, akan suya karşı apansız kapatılırsa, geçici bir basınç yükselmesi olacak ve çarpan dalga, boru boyunca geri tepecektir. Bu hareket, akan sudaki kinetik enerjinin dağılmasına neden olur ve «*su çekici*» denen olaya yolaçar. Evlerdeki su borularında da bazen duyulan su çekici, su koçunda yararlı hale getirilmiştir.

Su çekicine karşı alınan ilk önlemlerden biri, ana boruya, akıntının yukarısında küçük bir boru takıp, şoku azaltmaktı. XVIII. yüzyılda ilk su koçu örnekleri bu ilkeye dayanılarak İngiltere'de yapıldı. Ama ilk kullanışlı, kendi kendine işleyen su koçu, 1796'da Fransa'da Montgolfier kardeşlerin büyüğü olan Joseph Montgolfier tarafından yapıldı. Montgolfier ve oğlu Pierre, pek çok su koçu ürettikten sonra, bileşik su koçunu geliştirdiler. Bileşik su koçunda, tahrik suyunun yükseltilecek suya karışması engelleniyordu.

Yapısı: Tipik bir su koçu, bir ucu su deposuna açılan, öteki ucuysa darbe valfına bağlı olan bir borudan oluşur. Su, borudan darbe valfına doğru akar ve akış hızı belirli bir noktaya ulaştığında, darbe valfı apansız kapanıp, borudaki basıncı yükseltir. Basınç yükselmesiyle, borudaki suyun bir bölümü geri dönüşsüz *çekvalfa*, oradan da kapalı hava odasına geçer. Borudaki basınç düşünce çekvalf kapanır, darbe valfı açılır. İşlem böylece kendi kendine sürer. Borunun uzunluğu ile iki valfın açılış-kapanışı düzenlenerek, dakikada 40 ya da 60 kez yinelenebilir. Su pompalanarak hava odasına girince, hava basıncı ile su, basma borusuna, oradan da istenilen depoya geçer. İkinci depo, birinciden daha yüksekte yeralır.

Su koçlarının çalışması için, çok küçük, sözgelimi 30 cm'lik su sütunu kadar bir basınç yeterlidir. Bu, suyun 120 m yukarılara kadar pompalanmasını sağlar. Valf-



Bir su koçunun çalışma düzeni. Su, aşağıdaki kaynaktan boruya gelir ve oradan darbe valfına doğru akar. Su belirli bir hıza ulaştığında valf kapanır, suyun bir bölümü çekvalftan hava odasına geçer. Hava odasındaki su miktarı çoğaldıkça hava basıncı artacak, su, basma borusundan daha yüksekte olan düzeye çıkacaktır.

lar, eskiyinceye kadar, herhangi bir yakıta, yağlayıcı maddeye ya da dış güce gerek duyulmaksızın çalışırlar. Ömürleri 10-30 yıl arasındadır. Yalnızca eskiyen valflarının değiştirilmesiyle 100 yıl çalışmış su koçları vardır. Ne yazık ki, pompalanan su, tahrik suyundan çok azdır; yukarı basılan su basıncının tahrik suyu basıncına oranı da genellikle 1,5 ile 2 arasındadır. Bileşik koçlar, yakınlarındaki artık sulardaki enerjiyi kullanamayan, dolayısıyle yeterli su sağlayamayan kaynaklarda kullanılır. Borunun içine verilen pis su, temiz suyu pompalayan bir yaylı pistonu harekete geçirir.

Tahrik suyu gereksiniminin çok fazla olması, su koçunun kullanımını sınırlar. Su koçları genellikle, uzak tarlaların ve küçük köylerin su gereksinimlerini karşılama amacıyla kullanılır. Bazı örneklerde, günde 500 ton su basıldığı görülmüştür. Su koçlarının günümüzde kullanılmayan başka uygulamaları da vardır.

SUNTA Bk. TAHTA, YAPAY

SUSTURUCU (otomobillerde) Bk. EGZOZ SİSTEMİ (otomobillerde)

SUSTURUCU (silahlarda)

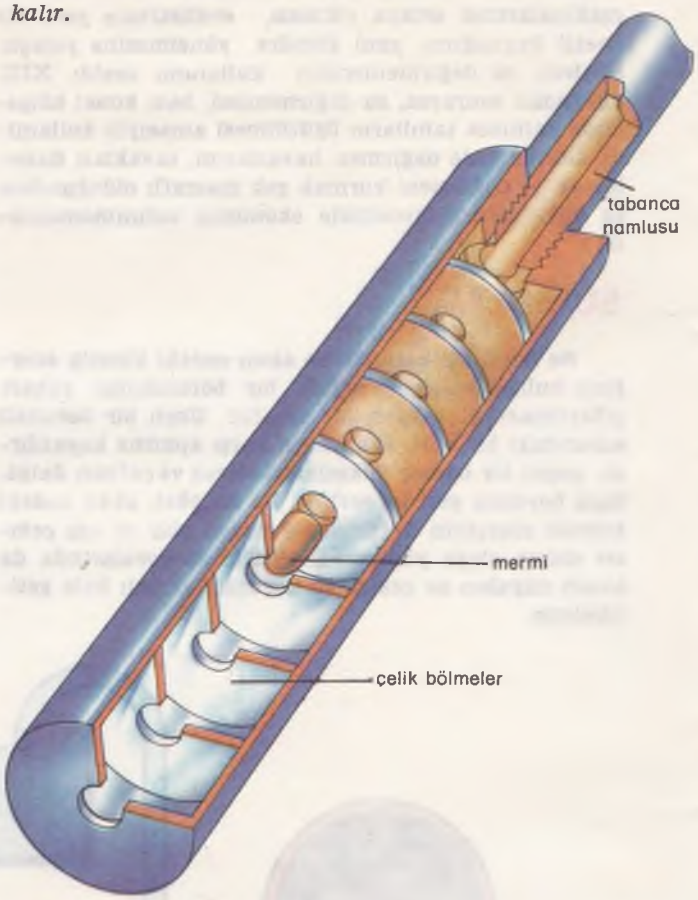
Bir silah ateşlendiğinde, mermi arkasındaki barutun patlamasıyla oluşan gazların namlu ağzından büyük bir hızla çıkması sonucu, bir patlama sesi oluşur. Bu gazların çıkış hızı düşürülürse, patlama sesi de ortadan kalkar.

Amerikalı Hiram Percy Maxim (1869-1936), 1908 yılında ateşli silahlar için bir susturucu yaptı. Maxim'in yaptığı susturucu, içinde delikli levhalarla bölünmüş bir dizi küçük bölme bulunan bir silindirden oluşmakta ve namlu ucuna takılmaktaydı. Mermi, bu deliklerden geçip gidiyor, ama arkasındaki barut gazları, bu küçük bölmelere dağılıp hızlarını yitirdiklerinden, atmosfere düşük bir hızla çıkarak, patlama sesi oluşturmuyorlardı.

A.B.D. ordusunda, Maxim susturucusu piyade tüfeklerinde denendi. Ama merminin de, ses hızını aşan hızı nedeniyle gürültü çıkardığı ve susturucunun yetersiz kaldığı görüldü. Bu durumda susturucu, yalnızca sesten düşük hızlı mermi atan silahlarda etkili oluyordu.

İkinci Dünya savaşında, Alman ve S.S.C.B. ordularında, düşük hızlı mermi atan silahlarda kullanılan susturucular (ve daha sonra yapılan susturucuların büyük bir bölümü), Maxim susturucusuna benziyorlardı. Bunların dışında kalan tek tip, ucu lastik disklerle kaplı olan, çevresinde delikler açılmış bir tüpten oluşuyordu. Mermi, sık sık değiştirilen bu lastik disklerin arasından geçiyor, gazlar da yavaşça deliklerden dışarı çıkıyordu.

Susturucu, namlu ucuna vidalanır. (altta) Mermi, susturucu içinden geçerken, arkasındaki gaz, küçük bölmelere yayılarak hızını yitirir. Susturucu, mermi hızını da düşürür. Ancak, merminin namlu ağzından çıkış hızı, ses hızının altında değilse, susturucu etkisiz kalır.



İngiliz Sterling makinalı tabancasına susturucu takıldığında, otomatik ateşleme sistemi çıkarılır. (üstte) Silahta standart mermi kullanılır. Mermi arkasındaki gazlar, deliklerden çıkıp susturucu bölmelerine dağılır; mermi hızı da ses hızının altına düşer. Otomatik atışta silah çok sarsıldığından, ikinci mermi, susturucu ucunu parçalayabilir.

Kaliforniya'nın güney kıyısından, dev yosun macrocystis pyrifera *toplayan «Kelsol» adlı suyosunu toplayıcısı. (üstte)*

Aljinatlar besinlerin işlenmesinde yaygın biçimde kullanılırlar. Resimde (altta solda), besin endüstrisinde kullanılacak aljinatlar konusunda yapılacak bir araştırma için hazırlanan tatlılar görülmektedir.

Dokumalara desen basma işlemlerinde aljinatlar, desenlerin net olmasını ve boyanın çabuk kurumasını sağlarlar. Resimde (altta sağda), 6,5 kez büyütülmüş bir dokuma örneği görülmektedir.

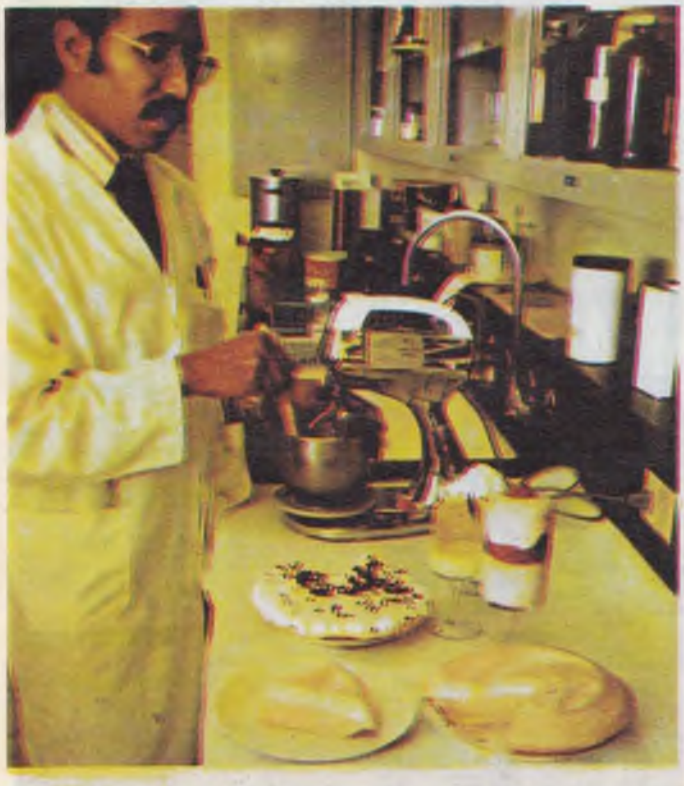
sağlayabilir. *Chlorella*'nın çapı 0,1 mm'dir. Uygun koşullarda, kültür ortamının her mililitresinde milyonlarca hücre bulunabilir. Pilot ekim alanlarından günde hektar başına 50 kg kuru *chlorella* elde edilebilmektedir. Üretim maliyetinin yüksekliği nedeniyle, yöntem henüz ekonomik değildir.

Chlorella ve öteki küçük suyosunları, LAĞIM SULARININ TEMİZLENMESİ'nde de kullanılır. Suyosunları güneş ışığında oksijen verir. Bu oksijeni kullanan lağım bakterileri, katı ve sıvı artıkları parçalar. Bol güneş ışığı gerektiren bu işlem, geniş ve sığ gölcüklerde yapılır.

A.B.D. uzay dairesi NASA'da, *chlorella*'yı temel alan artık arıtma ve oksijen üretme sistemleri denenmiştir. Bu tür sistemler gezegenlerarası yolculukta çok işe yarayacak, taşınan büyük gaz silindirlerinin ve arıtma aygıtlarının küçültülmesini sağlayacaktır. Suyosunları, karbon dioksitle ve artıklarla beslenip, uzay aracında kullanılabilecek oksijen vermektedirler.

Agar-agar, kırmızı suyosunu *gelidium*'dan elde edilen pelte gibi maddedir. Besin maddelerini koyulaştırmak için ve laboratuvarda bakteri ya da mantar üretiminde kültür ortamı olarak kullanılmaktadır.

Esmer suyosunlarından, genellikle de *macrocystis*'ten ve *laminaria*'dan elde edilen nişasta benzeri aljinatlar, çeşitli alanlarda kullanılır Bu maddelerin, koyulaştırma ve tabaka oluşturma özellikleri, besin maddeleri yapımında yararlı olmaktadır. Aljinatlar, salata soslarına eklendiklerinde, yağ ile öteki sıvıların ayrışmasını önlerler. Ayrıca, yapay krema, hazır muhallebi ve diş macunu koyulaştırılmasında kullanılabilirler. Dondurmaya aljinat eklendiğinde, buz billurları



1908 yılında yapılmış olan bu Alman Luger otomatik tabancasında, susturucu ve düşük hızlı mermi kullanılmaktadır. (altta)

SUYOSUNLARI (KULLANIMLARI)

Suyosunları (alg), mikroskopik tek hücrelilerden, 180 m boyuna ulaşabilen dev *macrocystis pyrifera*'ya kadar değişen bir ilkel bitki grubudur. Suyosunlarının çoğunda, öteki bitkiler gibi klorofil, yani yeşil pigment vardır. Ama, mavi-yeşil, kırmızı ve esmer suyosunları da bulunur. Gerçek kökleri, gövdeleri ve yaprakları olmayan suyosunları, yumuşak, pelte gibi yapılarıyla tanınırlar. Buna karşılık bazıları (diatomeler gibi), silisli sert iskeletler oluşturur, bazıları da mercan benzeri kayalar ortaya çıkarır.

Lezzetli bir kırmızı suyosunu olan *porphyra*, Japonya'da yaygın bir yiyecektir ve özel olarak yetiştirilir. Sevilen Japon yemeklerinden *kombu* da, *laminaria* gibi esmer suyosunlarıyla yapılır.

Değerli bir besin maddesi olarak, *chlorella* gibi küçük suyosunları üretilebilir. Yosunlardan elde edilen un benzeri madde, % 50 protein içerebileceği gibi, değişik bir yetiştirme yöntemiyle yüksek düzeyde yağ da

---

Lağım sularının temizlenmesinde kullanılan euglena'*nın 950 kez büyütülmüş resmi. (altta solda) Bu suyosunları güneş enerjisi kullanarak, suyu, oksijen ve hidrojene ayrıştırırlar. Hidrojen, havadaki karbon dioksitle birleşerek karbonhidrata dönüşür. Serbest kalan oksijeniyse, lağımdaki bakteriler, artıkları parçalamada kullanırlar. Hücrenin ucundaki kırmızı bölge («göz noktası»), ışığı bulmaya yarar.*

Aljinat üretiminde kullanılan dev suyosunlarından macrocystis eisenia. *(altta sağda) Bu yosun, kendine yararlı besinleri sürekli yenileyen güçlü okyanus akıntılarının bulunduğu serin sularda yetişir.*

oluşmaz. Eczacılıkta aljinatlardan yara merhemi ve tablet yapımında, bağlayıcı madde olarak yararlanılır.

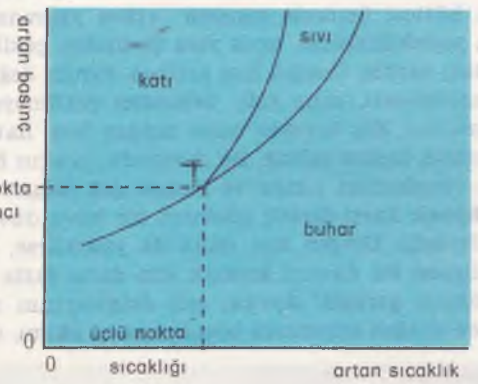
Aljinatlar başka alanlarda da kullanılır, BOYAMA İŞLEMLERİ'nde, halıların ve kumaşların niteliğini yükseltirler.

Oldukça değişik türde bir suyosunu ürünü olan diatome toprağı ya da kizelgur, diatome fosillerinin kalıntılarından oluşur. Filtre ortamı, boyacılıkta dolgu maddesi, metal cilalarında ve diş macunlarında parlatıcı, ocaklardaysa ısıya dayanıklı iç kaplama olarak kullanılır. Kizelgur geçmişte, dinamit yapımında da yaygın biçimde kullanılmıştır.

SÜBLİMLEŞME

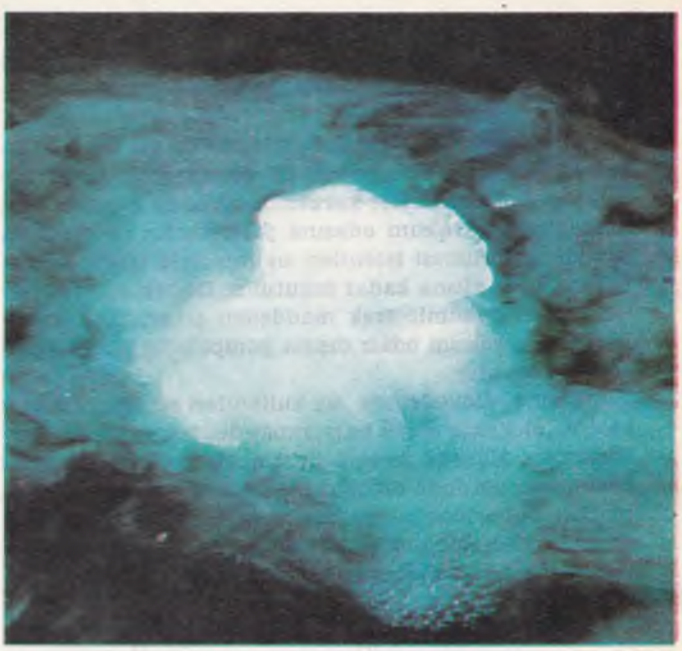
Katıların, sıvılaşmadan, doğrudan doğruya gaz haline dönüşmesine «*süblimleşme*» adı verilir. Süblimleşme, KÜKÜRT, iyot (Bk. HALOJEN) ve AROMATİK BİLEŞİKLER'den biri olan naftalin ($C_{10}H_8$) gibi maddelerin arılaştırılmasında kullanılır. Süblimleşmenin en yaygın örneği, sıcaklığın 0°C'a (erime noktası) yükselmemesine karşılık, yağan karın yavaş yavaş yok olmasıdır.

Süblimleşme mekanizmasını anlamanın en iyi yolu, belirli bir madde için basıncın sıcaklıkla değişmesini gösteren *faz çiziminin* incelenmesidir.

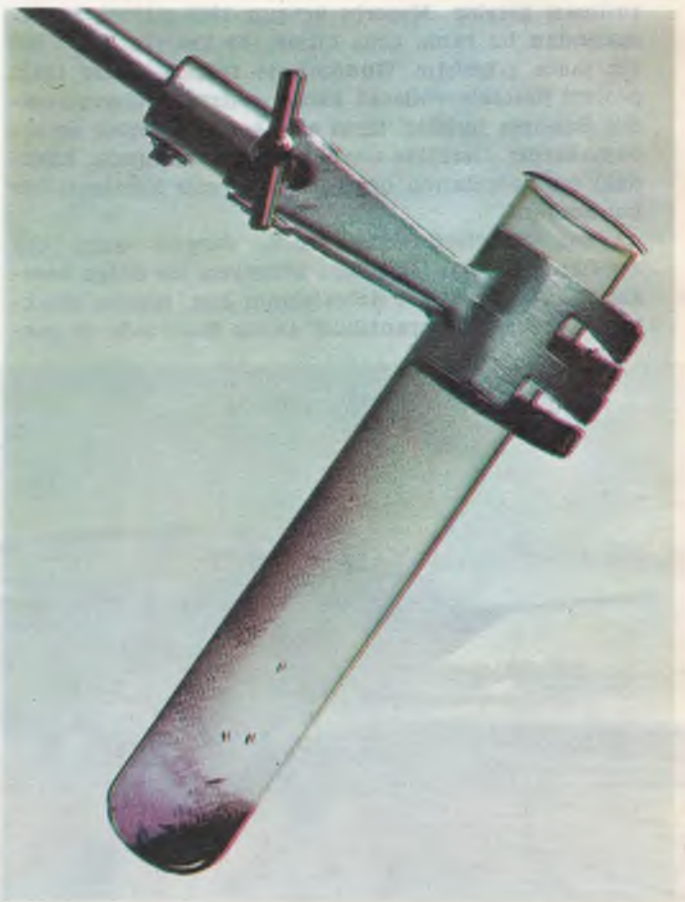


Çizimde katı, sıvı ve gaz fazları, belirli alanlarla gösterilmiştir. Belli bir sıcaklık ve basınç tarafından belirlenen bir nokta, bu alanlardan hangisine rastlıyorsa, söz konusu koşullar altında yalnızca o faz kararlı olabilir. Nokta eğrilerden biri üstüne düşerse, eğrinin iki yanındaki fazlar birbirleriyle dengededirler ya da başka bir deyişle, birlikte bulunurlar. Nokta, arakesit olan ve «*üçlü nokta*» diye adlandırılan *T* noktasına rastlarsa, üç faz birbiriyle dengededir. Üçlü nokta sıcaklığının altındaki herhangi bir sıcaklıkta faz grafiğinin «katı» ve «buhar» alanları arasında «sıvı» alanı bulunmadığından, katı, süblimleşebilir (katı ile buhar dengededir).

Süblimleşmeden arıtma yöntemi olarak yararlanılabilmesi için, katı fazın buhar basıncının nispeten yüksek olması gerekir. Sözgelimi iyot, yaklaşık 100°C'a kadar dikkatle ısıtılırsa, sıvılaşmadan, iyot bu-



Bir kuru buz parçasından süblimleşen soğuk karbon dioksit buharı. (üstte) Çevredeki hava nemli olduğundan, soğuyan su buharı yoğuşur.
Katı iyodun bir deneme tüpünde ısıtılması. (altta) Katıdan süblimleşen mor iyot buharı, tüpün soğuk bölümlerinde siyah renkli iyot billurları vererek yoğuşur.



harı vererek buharlaşır. Bununla birlikte, üçlü nokta sıcaklığına ulaşılınca sıvı fazın ortaya çıkması kaçınılmazdır.

Uygulama alanları: Süblimleşmenin en önemli uygulamalarından biri, *vakumda dondurarak kurutma*dır. Normal tekniklerle kurutulduklarında bozulan bazı maddeler, bir vakum odasına yerleştirilir ve kurutma yoluyla giderilmesi istenilen sıvının üçlü nokta sıcaklığının biraz altına kadar soğutulur. Donan sıvı (genellikle buz), süblimleşerek maddeden çıkar; oluşan buhar da, ya vakum odası dışına pompalanır ya da yeniden dondurulur.

Sahne efektlerinde sık kullanılan bir işlem de,katı karbon dioksitle *(kuru buz)*,yapay duman ya da sis üretilmesidir. Karbon dioksit, üçlü nokta basıncı atmosfer basıncının üstünde olduğundan, erime noktasına ulaşmadan buharlaşır ve atmosfer basıncında sıvılaşmaz. Kuru buzdan süblimleşerek çıkan buhar, çok soğuk olduğu için, havadaki su buharının sis vererek yoğuşmasına yolaçar.

SÜPERSONİK UÇUŞ

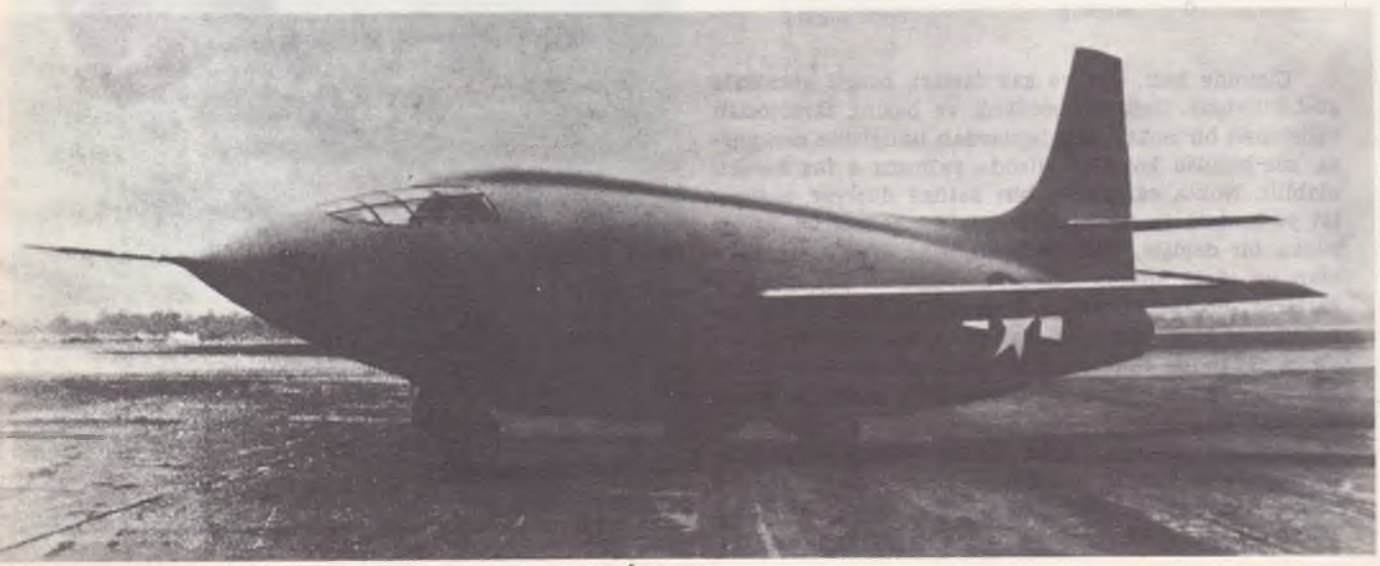
Bütün taşıma türlerinde, üstünde en çok durulan özellik, hızdır. Aşılan mesafeler uzadıkça, yolculuğun, ekonomi, rahatlık ve askeri güvenlik bakımlarından uygun bir süre içinde tamamlanabilmesi için, hızın artırılması gerekir. Motorlu uçuşun 1903 yılında başlamasından bu yana, uçuş hızları, 65 km/saatten, 7 500 km/saate çıkmıştır. Günümüzde teknoloji, her türlü projeyi destekleyebilecek kadar gelişmiş bulunmaktadır. Bununla birlikte, hızın artması, maliyetleri de artırmaktadır. Özellikle ticari havacılık alanında, havadaki ses dalgalarına bağlı bir ekonomik kısıtlama söz konusudur.

Ses, atmosferde ortaya çıkan, durgun suya taş atıldığında oluşan dalgalara benzeyen, bir dalga hareketidir. Havadaki ses dalgalarının hızı, mutlak sıcaklığın karekköküyle orantılıdır. Deniz düzeyinde ve yaklaşık 15 C sıcaklıkta ses dalgalarının hızı, saatte 1 225 km'dir. Yükseklik arttıkça sıcaklık düştüğünden, ses dalgalarının hızı da, 10 km yükseklikte 1 112,5 km/saate kadar düşer. 18-20 km'ye kadar olan yüksekliklerdeyse, atmosfer sıcaklığı değişmediğinden, ses hızı da değişmez.

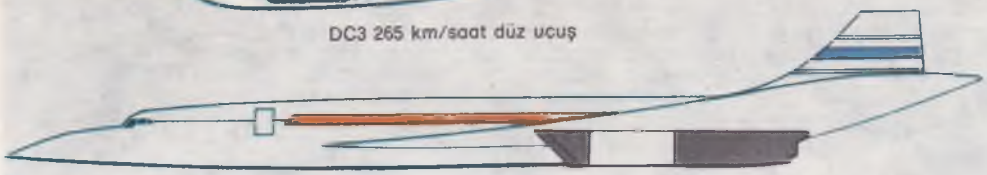
XIX. yüzyılda Avusturyalı bilim adamı Ernst Mach, ses dalgalarının yayılmaları konusunda çalışmalar yapmıştır. Onun anısına, günümüzde ses hızına yakın hızlarda uçan uçakların hızları, *Mach sayısı*yla belirtilir. Sözgelimi, deniz yüzeyi yakınında 1 225,5 km/saat hızla uçan bir uçağın hızı, 1 Mach'tır. 12 km yükseklikte 2 125 km/saat hız yapan bir uçağın hızıysa 2 Mach'tır. 1 Mach'a kadar olan hızlar *sübsonik* (sesaltı), bunun üstündeki hızlarsa *süpersonik* (sesüstü) diye tanımlanır.

İkinci Dünya savaşı sırasında, pistonlu motorları bulunan savaş uçaklarıyla normalin üstündeki hızlarda uçan bazı pilotların, şok geçirdikleri ya da denetimi yitirdikleri görülmüştür. Daha sonra,daha yüksek hızlı jet uçaklarının (bunların hızları da 1 Mach'ın altındaydı) yapılmasıyla, bu tür etkilere daha sık raslanılmaya başlanmıştır. Daha hızlı uçmak için yapılan çalışmalar ve bunlara bağlı sorunlar, yanlış olmakla birlikte yaygın bir terim olan «ses duvarı»nı ortaya çıkarmıştır.

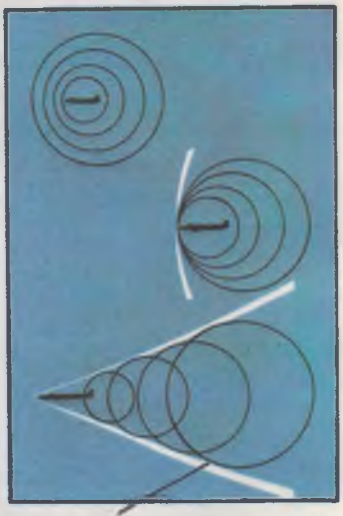
Şok dalgaları: Havanın, düşük hızlarda, sıkıştırılamaz olduğu sanılır. Düşük hızlı bir uçak, önündeki hava kütlesi üstünde sıkışma etkisi yapmaz; çünkü hava moleküllerinin, uçuş yolu üstünden çekilecek zamanları vardır. Uçağın hızı artınca durum değişir. Hava molekülleri, uçuş yolu üstünden çekilmeye zaman bulamazlar. Ses hızında uçan uçağın hızı, hava moleküllerinin hızına eşittir. Bu durumda, uçağın önündeki hava molekülleri sıkışır ve oluşan şok dalgası, uçağın hareketine karşı direnç gösteren bir hava duvarı haline dönüşür. Uçağın hızı daha da yükselirse, hareketi engelleyen bu direnci kırmak için daha fazla güç uygulanması gerekir. Ayrıca, şok dalgalarının oluşması sonucu uçağın arkasında bozulan hava akımı, uçak ku-



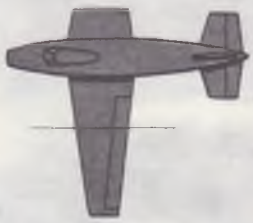
DC3 265 km/saat düz uçuş



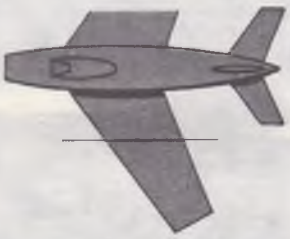
Concorde 2 200 km/saat düz uçuş



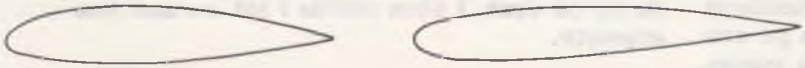
şok cephesi



sübsonik



transonik



Sübsonik (sesaltı) hızlarda hava, uçağın önünden kolayca çekilir; ama hızın artmasıyla ortaya çıkan şok dalgası, ses patlamasına neden olan bir gürültü konisi oluşturur.

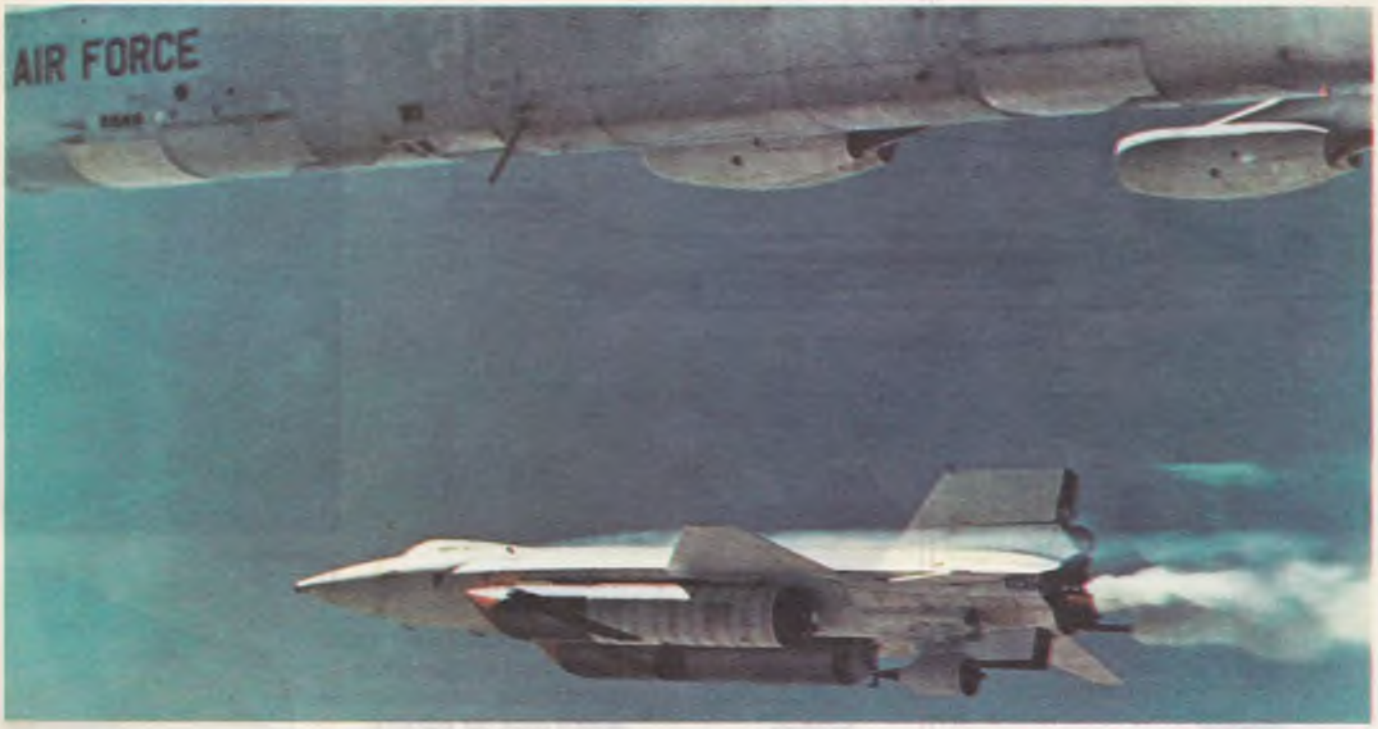
Süpersonik (sesüstü) uçuşlar için gerekli aerodinamik özellik, bir DC3 ile bir Concorde'un karşılaştırılmasında açıkça görülebilir. (üstte) Resmin altındaki iki avcı uçağının kanat kesiti aynıdır; ama sağdakinin kanatları geriye eğimli olduğundan, kalınlığa göre kesitin boyu artmakta, bu da kanadı transonik uçuşlara daha elverişli duruma getirmektedir.

mandalarını olumsuz yönde etkiler.

Sesten hızlı uçan ilk uçak, 14 Ekim 1947 yılında A.B.D'nde, yakıtta ekonomi sağlama amacıyla bir B-29 bombardıman uçağıyla stratosfere çıkarılıp bırakılan, roket motorlu Bell X-1 uçağıydı. Bu uçak, 1,06 Mach hızına erişmişti. Birkaç yıl sonra, Almanların, hava direncini azaltmak için yaptıkları geriye eğik kanatlı jet

Bell X-1 roket motorlu uçak, sesten hızlı uçan ilk uçaktı. (solda) 14 Ekim 1947'de bir B-29 bombardıman uçağından bırakılan X-1, Mach 1,06 hızına erişmişti. Roket motorunun verdiği itme gücü 2 722 kg'dı.

11 km yükseklikte 1 600 km/saat hız yapabilen İngiliz-Fransız ortak yapımı BAC-Sepecat Jaguar GR Mark I taktik destek uçağı. (sağda) Bu uçak 30 mm'lik iki topla donatılmıştır. Ayrıca 4 540 kg ağırlığında bomba yükü taşıyabilmektedir.

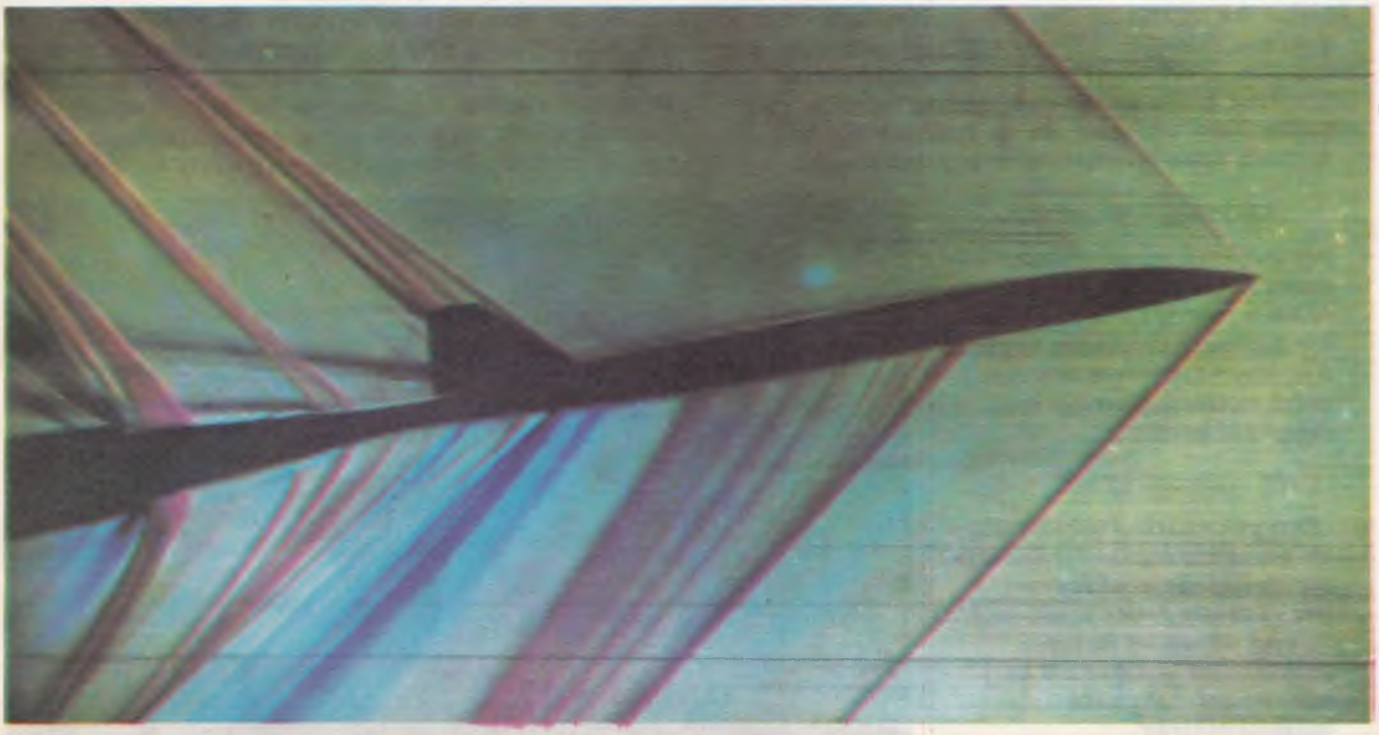


uçakları, dalışta 1 Mach'ı geçmeyi başardılar. Ama bunların motorları, düz uçuşta ses hızına erişebilecek güçte değildi. A.B.D'nde yapılan F-86 Sabre jet avcı uçakları ile İngiltere'de yapılan Hunter'lar bu *transonik* (ses üstüne de çıkabilen sesaltı uçakları) uçak tiplerinin en iyi örnekleridir.

Süpersonik uçak: İlk gerçek süpersonik uçak, 1953'te yapılan F-100 Super Sabre uçağıydı. Bu uçak,

Bir B-52'den atılan roket motorlu X-15 uçağı. (üstte) Bu tip bir uçak, 3 Ekim 1967'de 7 300 km/saat hıza erişmiştir.

Bir BAC-Aérospatiale yapımı Concorde uçağı modelinin rüzgar tünelinde denenmesi sırasında oluşan şok dalgaları. (altta)



düz uçuşta 1,25 Mach hızına erişebiliyordu. F-100'ün gövdesi ötekilerden daha ince ve aerodinamikti. Ayrıca kanatları çok inceydi. Bundan beş yıl sonra, Lockheed firması, Lockheed F-104 · Starfighter uçağıyla, Mach 2 gibi yüksek hızların teknik açıdan olanaklılığını kanıtladı. Bu uçağın kanatları çok küçük, kanat hücum kenarları çok keskindi. Bu nedenle uçak yerdeyken, insanların çarpıp yaralanmamaları için, kanat kenarları keçeyle kaplanırdı.

Son yıllarda, 2,5 Mach hızıyla uçabilen avcı uçaklarının yapımı çok kolaylaşmıştır. Ama bu hızın üstünde uçacak uçakların, hava moleküllerinin sürtünmesiyle oluşacak ısıya dayanabilecek (sürtünme ısısı) özel metal alaşımlarından yapılması gerekmektedir. 1978 yılı başlarında dünyanın en hızlı uçakları, Lockheed SR-71 keşif uçağı ile S.S.C.B'nin Batı'daki kod adı «Foxbat» olan MİG-25 önleme uçağıydı. İki uçak da 24 km'nin üstündeki yüksekliklerde Mach 3 hızlarıyla (3 220 km/saat) uçabiliyorlardı. Daha önce, yani 3 Ekim 1967'de uçan ve Mach 6,72 (7 3000 km/saat) hız yapan A.B.D. yapımı X-15 deney uçağı, günümüze kadar yapılmış en hızlı uçakların başında gelmektedir (ama bu uçakta sürtünmeden oluşan ısı çok yüksek olduğundan, gövdenin bazı bölümleri akkor hale gelmişti). Mach 5'in üstündeki hızlar, uçak çevresindeki hava akımlarının değiştiğini gösterme amacıyla *hipersonik* (aşırı sesüstü) diye adlandırılmaktadır.

Süpersonik hızlar için yapılmış kanatlar, düşük hızlarda etkisiz kalıp, yüksek direnç ve düşük kaldırma kuvveti oluştururlar. Ayrıca bu tür uçaklar, iniş hızları sübsonik uçaklarınkinden yüksek olduğundan, çok uzun pistler gerektirirler. Yüksek hızlarda alçak direnç ile düşük hızlarda yüksek kaldırma kuvvetini birleştirme amacıyla, yeni savaş uçaklarına değişebilir geometride kanatlar takılmakta, bu kanatların geriye doğru eğimleri, belirli hızlarda en etkili olabilecek biçimde değiştirilebilmektedir. Ama delta kanatlar, bu tür kanatlardan daha ucuz ve çok daha hafiftir. Özgün çizimlerinin yapıldığı günlerde, ağırlıkları ve teknik riskleri nedeniyle, değişebilir geometrili kanatlar kabul edilmediğinden, İngiliz-Fransız ortak yapımı Concorde ve Sovyet yapımı Tu-144 uçaklarına delta kanatlar takılmıştır.

SÜPERŞARJÖR VE TÜRBOŞARJÖR

İÇTEN YANMALI MOTOR'dan daha fazla güç almanın, temelde bir tek yolu vardır: Daha çok yakıt yakmak. Belirli bir miktar yakıtın yakılması için(yakıtın ya da oksijenin artması istenmiyorsa) belirli bir miktar oksijen gerektiği, kimyanın temel yasalarından biridir. Benzin motorlarının çoğunda, «*stokiyometrik*» denen, kimyasal bakımdan doğru oranlarda yakıt ve oksijenden oluşan bir karışım kullanmak zorunludur. Dizel motorları da, tam yol çalışırken aynı özelliği gösterirler. Bu nedenle, daha fazla yakıt yakmak gerektiği zaman, yanma odasına daha çok hava girmesi gerekir. Süperşarjörün işlevi budur. Süperşarjör, tıpkı bir hava pompası ve bir kompresör gibi, motor girişinde havayı sıkıştırır.

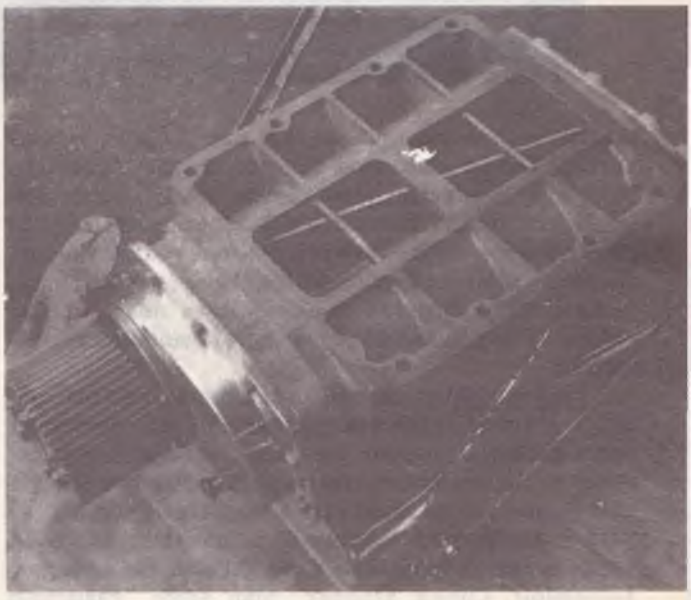
Otomotiv endüstrisi uygulamalarında, başlıca iki süperşarjör tipinden yararlanılır: Mekanik olarak çalışan, *eksantrik göbekli, loblu* ya da *Roots* tipi ve *santrifüj* süperşarjörler; egzoz gazlarındaki fazla enerjiyi kullanan türboşarjörler.

Süperşarjörler: Eksantrik göbekli süperşarjörde, merkezi kaçık bir göbek bulunur. Göbekte kanatlar, merkezkaç kuvvetle dışarı doğru radyal yönde hareket ederler. Göbek döndükçe, kanatlar havayı, göbek, koruyucu ve birbirleri arasında sıkıştırırlar. Dönme sürdükçe, bu boşluk daralarak havayı sıkıştırır.

Yüksek hızlarda, kanat uçlarındaki yük büyüyebilir. Bunu önlemenin bir yolu, Roots tipi bir pervane kullanmaktır. Yalın bir Roots tipi pervane, kesitleri 8 sayısına benzeyen iki milden oluşur. Miller elips biçimli bir koruyucu içinde, birbirine paraleldir ve lobları her zaman birbirine değecek biçimde çalışırlar. Döner miller ile koruyucu arasındaki aralık, hem bunların birbirlerine değmeyeceği (böylece yağlamaya gerek kalmaz), hem de millerin tepesinden geçen havanın geriye sızmayacağı ölçüde tutulur. Miller dönerek, girişte havayı toplarlar ve dış yüzeyleri boyunca taşıyıp daha yüksek bir basınçta çıkış ağzına (motorun girişine) verirler. Roots tipi, mekanik olarak çalışan aygıtlarda en çok yararlanılan tiptir ve A.B.D'nde GMC' nin iki zamanlı ticari taşıt motorlarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Santrifüj kompresör çarkının temel tipi, eksen yönünde kıvrılmış kanatları bulunan levha biçimli bir mildir. Kanatlar, döndükçe merkezde hava toplarlar ve merkezkaç hareketiyle havayı, dış kenarlardaki sarmal kıvrımlardan oluşan bir *difüzöre* doğru iterler. Bu

Bir yarış otomobilinin Roots tipi süperşarjör. (altta) Koruyucu içinde, birbirine geçen, ama değmeyen iki sarmal mil vardır.



difüzör, biçimi nedeniyle havayı yavaşlatarak, kinetik enerjiyi basınç enerjisine dönüştürür (Bk. POMPA).

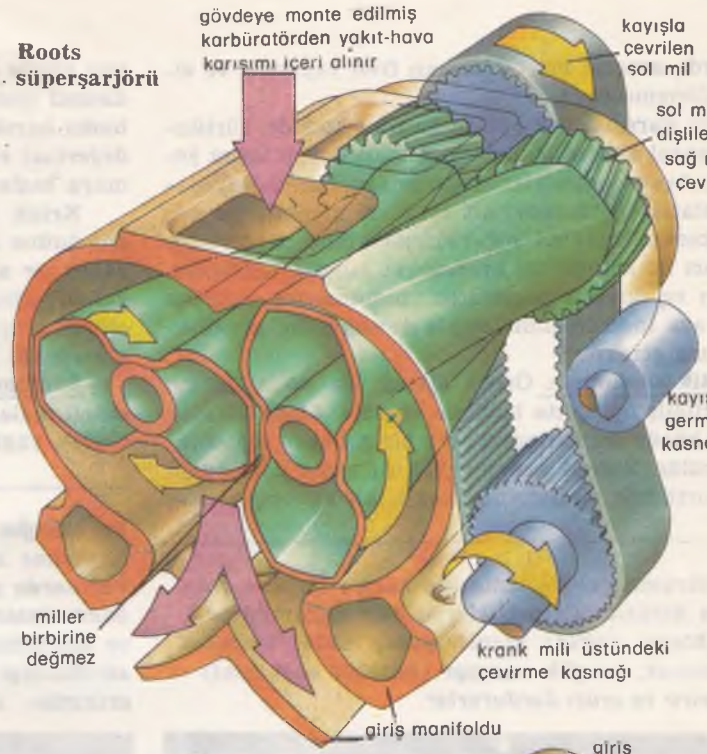
Mekanik süperşarjörler kayışla, zincirle ya da dişlilerle çevrilebilir. Eksantrik göbekli ve Roots tipi süperşarjörlerse, düşük hızlarda oldukça yüksek miktarda hava sağlayabilirler. Santrifüj kompresörün bir sakıncası, düşük hızlarda sağlanan hava miktarının az olması ve hız yükseldikçe basınç eğrisinin hızla artmasıdır.

Türboşarjörler: Santrifüj kompresör çarkına mekanik çevirme aygıtı takmak yerine, ona benzer bir başka çarkın, uygun bir koruyucu içinde aynı şaft üstüne takılıp, motordan çıkan egzoz gazlarının bu çarka verilmesiyle, gazların çark kanatlarını çevirmesi ve böylece kompresörü çalıştırması sağlanabilir. Bu, daha etkili ve teknik bakımdan daha gelişmiş bir süperşarj yöntemidir. Çünkü, atılacak olan egzoz gazlarının enerjisiyle, yararlı bir iş yapılır.

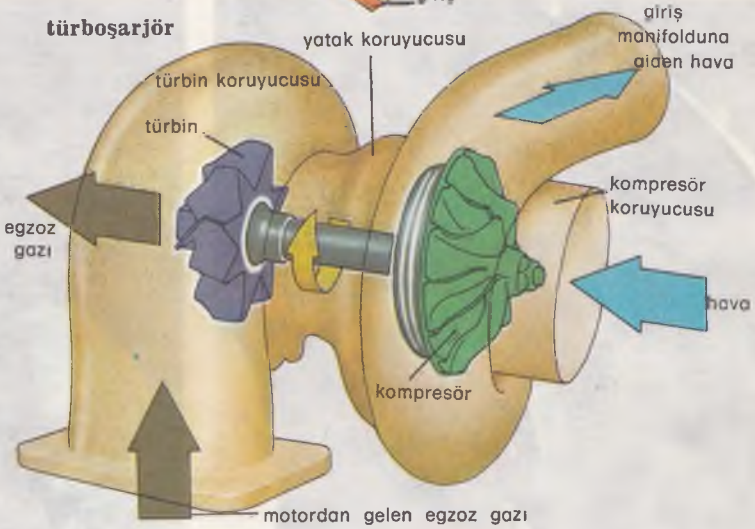
Türboşarjörlerin temel kullanım alanı, kamyonlardır. Kamyonlarda güç/ağırlık oranının yüksek olması, üretim maliyetinden daha önemlidir. Maliyetin önemli olmadığı durumlarda, türboşarjörlerin sağladıkları yarar çok büyüktür: Porsche 917 Can-Am yarış otomobili normal durumda 580 BG üretirken, türboşarjörle 1 000 BG'nün üstünde güç üretmiştir.

Mekanik süperşarjörler ilk kez Birinci Dünya savaşından hemen önce, Mercedes-Benz yarış arabalarında kullanıldı. Türboşarjörlerse, pahalı olduklarından, yalnızca değerli arabalarda ya da yarış arabalarında kullanıldı (İkinci Dünya savaşından hemen önce ve hemen sonra Mercedes, Auto-Union ve Alfa - Romeo Grand Prix otomobillerine takıldılar). Ama sonraki yıllarda, türboşarjörler, eski süperşarjörlerin yerini almaya başladı. Jet motorlarının ortaya çıka-

Dizellerde kullanılan bir türboşarjör. (solda) Resimde sergileme tahtasına vidalanmış olan türboşarjörün, egzoz manifolduna takılması gerekir. Egzoz gazı böylece, kıvrık türbin kanatlarını çevirir. Öbür yanda bulunan kanatlarsa, havayı sıkıştırır.



İki genel tip süperşarjör. (sağda) Resmin üstündeki çizim, bir Roots süperşarjörünü göstermektedir. Birbirine değmeden dönen iki sarmal mili, havayı sıkıştırarak, giriş deliklerine sürer. Alttaki çizimdeyse bir türboşarjör görülmektedir. Egzoz gazı (kahverengi oklar), santrifüj pompada olduğu gibi şaftı çevirip, sarmal bir kıvrımdan havayı geçirir.



rılması, türboşarjörlerin geliştirilmesine hız kazandırdı. İlk jet motorlarında santrifüj pervaneleri kullanıldıysa da, bunlar egzoz bölümünde çok yüksek sıcaklık ve dönme hızlarıyla karşılaştıklarından, özel alaşımların geliştirilmesi gerekti. Özel alaşımların İkinci Dünya savaşından sonra daha bol üretilmesi (hâlâ pahalı olmalarına karşın), küçük, hafif türboşarjörü daha kullanışlı hale getirdi.

SÜRTÜNME

Birbiri üstünde kaydırılan iki yüzey arasında, harekete karşı oluşan dirence «*sürtünme*» denir. Sürtünme direnci bütünüyle tepkiseldir. Yani, kendi kendine oluşmaz; ya birbirine değen iki kütlenin görece gerçek hareketine ya da böyle bir hareketi yaratmaya çalışan kuvvete tepki olarak ortaya çıkar.

İki yüzey arasında görece bir hareket olduğunda (buna «kaydırma» da denilebilir), bu harekete karşı koyan sürtünme kuvvetine «*kinetik*» ya da «*dinamik*» sürtünme adı verilir. Kaydırma başlamadan oluşan sürtünme kuvveti de «*statik*» (duruk) sürtünme diye nitelenir. Genellikle, iki yüzey arasındaki statik sürtünme, kinetik sürtünmeden yüksektir.

Sürtünmenin yararları ve zararları: Sürtünmenin yararlı bir uygulaması olarak, duvara dayalı merdivenin aşağı kaymaması gösterilebilir. Bunun nedeni, merdiven ile yer ve duvar arasındaki statik sürtünme kuvvetidir. FREN'lerde de, hareketli bir aracı ya da makinayı yavaşlatmada, kinetik sürtünmeden yararlanılır. Fren yapıldığında ısı ortaya çıkar. Bu ısı enerjisi, araç yavaşlarken yitirilen kinetik enerjiyi dengeler. Lastikler ile yer arasındaki *yuvarlanma sürtünmesi*

olmasaydı, araçlar hiç bir zaman fren yapamaz ve virajları dönemezlerdi.

Buna karşılık, pek çok mekanik sistemde, sürtünme bir engel oluşturur. Zaman zaman durup sonra yeniden çalışan makinaların çalışmaya her başlayışlarında, statik sürtünmeyi alt etmeleri gerekir. Bu güç çok yüksekse, makina hiç çalışmayabilir. Motorların pistonları ile silindirleri arasındaki kinetik sürtünme, ısınmayı ve duyarlı parçaların bozulmasını önlemek için en aza indirilmelidir. Böyle durumlarda, genellikle yağlama gerekir.

Kritik sürtünme: Örnek olarak, bir masa üstüne yerleştirilmiş bir tahta blok ele alınırsa, bloka yandan etkiyen küçük bir kuvvetin, hiç bir hareket sağlamadığı görülür. Bunun nedeni, blok ile masa arasındaki statik sürtünme direncinin, uygulanan kuvvete eşit ve ters yönde olmasıdır. Ama kuvvet artırılırsa, sürtünme direnci blokun hareketini engelleyemez. Bu durumda, bloku hareket ettirecek bir noktaya *(kritik sürtünme değeri*ne) erişildiğinden, tahta hareket eder, yani kaymaya başlar.

Kritik sürtünme değeri, sürtünme hesaplarında göz önüne alınan önemli bir noktadır. Sözgelimi, dike yakın bir açıyla duvara dayanmış bir merdiven, dengelidir; ama açı azaltılırsa, merdiven kayacaktır. Bu olayın oluştuğu kritik açı, merdiven ile yer ve duvar arasındaki kritik sürtünmeden hesaplanabilir.

Sürtünme yasaları: Sürtünmeyle ilgili ilk sistemli araştırmalar XV. yüzyılda Leonardo da **VİNCİ** tarafından yapıldı. Vinci'nin bulguları, 1781'de **Fransız fi-**

Akkor duruma gelmiş olmasına karşın bu disk fren, 600°C'ın üstündeki sıcaklıklarda bile sağlamlığını korumaktadır. (altta) Frenler yüzey sürtünmesinden yararlanarak, kinetik enerjiyi (hareket enerjisini) ısıya çevirir ve aracı durdururlar.

Bir lastiğin yol üstünde yuvarlanması için gerekli sürtünme kuvvetine, «yuvarlanma sürtünmesi» denir. Virajlarda ya da fren yapılırken, kayma sürtünmesi önem kazanır. Lastik olukları, yüksek hızlarda kayma ve savrulmayı önlemenin yanı sıra, ıslak yollarda sürtünmeyi azaltan suyu tutarak, kayma sürtünmesini artırırlar. (altta)

zikçi Charles COULOMB tarafından geliştirildi. Bu iki bilim adamının mekanik sürtünmeyi tanımlayan deneysel yasaları, günümüzde klasik mekaniğin önemli bir bölümünü oluşturur.

İlk yasa, iki katı cisim arasındaki kritik sürtünme değerinin, değme yüzeyinin alanından bağımsız olduğunu öne sürer. Yani, tahta blok ile masa arasındaki kritik sürtünme kuvveti, tahta blokun geniş ya da dar yüzü üstüne konulmasıyla değişmez.

İkinci yasa, belli cinsten iki malzeme (sözgelimi tahta ile tahta arasında) için kritik sürtünme kuvvetinin, malzemelerden birinin ikincisi üstünde yaptığı yükle doğru orantılı olduğunu belirtir. Başka bir deyişle, tahta blok üstündeki yükün iki kat artırılması, blok ile masa arasındaki kritik sürtünme kuvvetini de iki kat artırır.

İkinci yasa, belirli iki madde için kritik sürtünme kuvvetinin yüke oranının değişmez olduğunu ortaya koyar. «*Sürtünme katsayısı*» denilen ve μ harfiyle gösterilen bu değişmez, her madde için ayrı değerdedir; cismin biçimine ve büyüklüğüne bağlı değildir. Buz ile buz arasında μ değeri çok düşüktür ($\mu = 0{,}02$). Bu yüzden buzun çok kaygan olduğu söylenir. Bu örnekteki kritik sürtünme kuvveti, 100 kiloluk bir buz bloku için yalnızca 2 kg'dır. Sürtünme katsayısının öteki örneklerinden bazıları da şöyledir: Bronz ile bronz arasında ($\mu = 0{,}2$); çelik ile tahta arasında ($\mu = 0{,}5$); çelik ile çelik arasında ($\mu = 0{,}1$); vb.

Sürtünmenin fiziksel özellikleri: ELEKTRON MİKROSKOPU'nun yüksek büyütme gücü altında, en «düz» yüzeylerin bile gerçekte oldukça pürüzlü olduğu görülebilir. Bu durum, görünürde iyi temas ettiği sanılan iki yüzeyin, gerçekte yalnızca birkaç noktada birbirine değdiğini ortaya koymaktadır.

Bir yüzey bir başkasının ağırlığını taşıdığında, değme noktaları üstündeki bölgesel basınçlar çok yüksek değerlere ulaşır. Bu yüksek basınçlar, yüzey atomları arasında zayıf kimyasal bağların oluşmasına ve bir noktanın ikinciye kaynaşmasına neden olabilir. Söz konusu karşılıklı etkileşime, «*yüzeye yapışma*» denir. Bu bağların kuvveti ve bunları bozmak için uygulanan güçse, «harekete karşı sürtünme direnci» diye tanımlanır. Kimyasal açıdan temiz olan yüzeylerde, bu yapışmayı bozmak için gereken güç çok yüksektir. Ama oksit tabakaları ve kir bulunan yüzeylerde, yapışma oldukça düşüktür.

Tekerlek ile yol yüzeyi arasında oluşan yuvarlanma sürtünmesi, kinetik sürtünmeden düşüktür. Bunun nedeni, iki yüzey arasındaki bağların, tekerleğin dönme hareketiyle bütün yüzey boyunca «kesilmek» yerine, her an «çekilip koparılmasıdır». YATAKLAR da bu özellikleriyle, aşağı-yukarı sürtünmesiz hareket sağlarlar.

Yüzeylerin durumları önemli olduğu ve bazı malzemelerde yüzey bağları azaldığı için, sürtünmenin azaltılması amacıyla genellikle YAĞLAMA yapılır. Hava, su ya da yağ gibi bir akışkan içinde hareket eden katı cisimler de sürtünmeyle karşılaşır; ama bu sürtünme genellikle, «sıvı ortamın VİSKOZİTE'si» diye adlandırılır.

SÜSPANSİYON

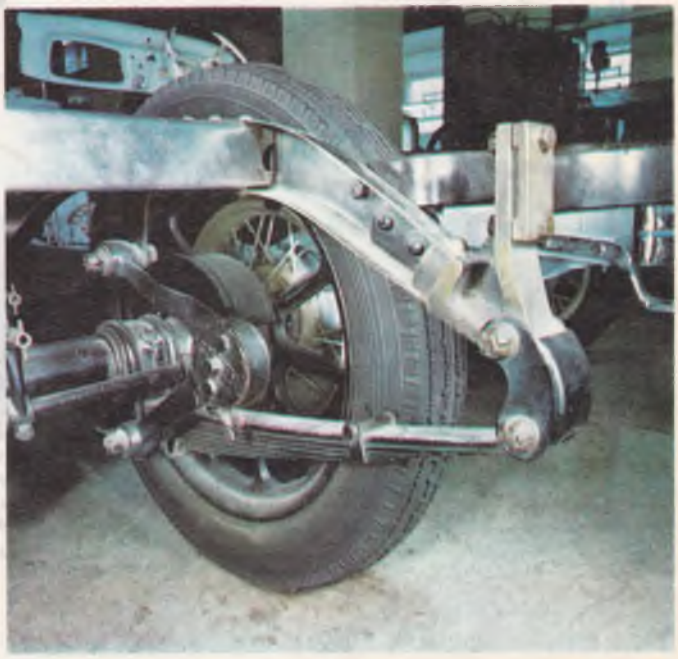
Süspansiyon sistemleri, yolun düzgün olmamasından kaynaklanan sarsıntıları hafifletmeye yararlar. Ayrıca modern otomobillerde, tekerleklerin her zaman etkili hızlanma, yavaşlama ve dönme sağlayacak biçimde yolla teması sürdürmelerini de sağlarlar. Atlı arabalarda kullanılan şasiye sıkıca bağlı, hareketsiz akslı sistem, hem rahatsız, hem de hızlı gidildiği zaman dengesizdir.

Atlı arabalardan esinlenilerek yapılan ilk otomobillerde, dar lastikler, yalın *makas*lar ve Ackermann tipi DİREKSİYON DİŞLİSİ bulunurdu. Günümüzün süspansiyon sistemleriyse hâlâ süren bir gelişmenin ürünüdür.

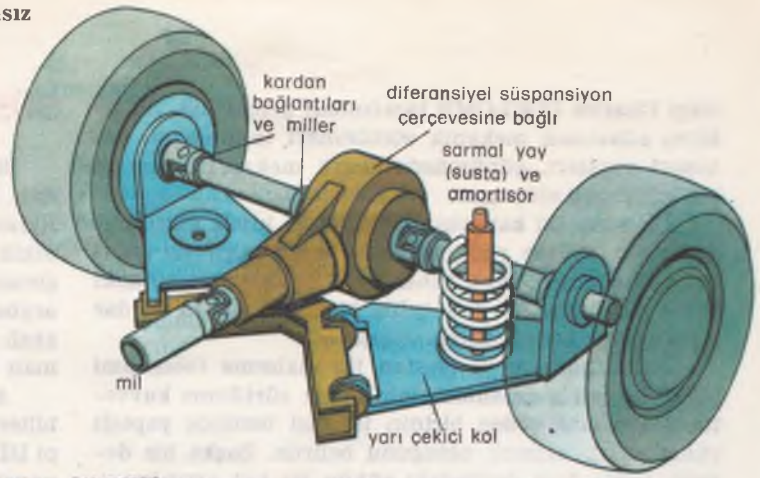
Lastikler: İlk şişme lastik patentini, 1845 yılında Thomson almıştır, ama bu lastik türünün bulucusu olarak John Boyd Dunlop bilinir. Dunlop, oğlunun bisikleti için geliştirdiği şişme lastiğin, rahatlığın yanı sıra, yuvarlanma direncini düşürerek, aracın daha kolay hızlanmasını sağladığını da anlamıştı. Şişme lastiklerin dolgu lastiklerden üstün olmalarını sağlayan bir başka özellikleri de, düz konumlarından ayrılıp yana döndürüldükleri zaman, virajların daha hızlı alınmasına olanak veren bir dönme kuvveti ortaya çıkarmalarıydı.

Çeşitli nedenlerle, 1920 yılına kadar yapılan lastikler için dar kesitli ve oldukça yüksek basınçlı modeller yeğlendi. Ancak, teknoloji geliştikçe lastikler genişledi ve daha düşük basınçla çalışacak hale getiril-

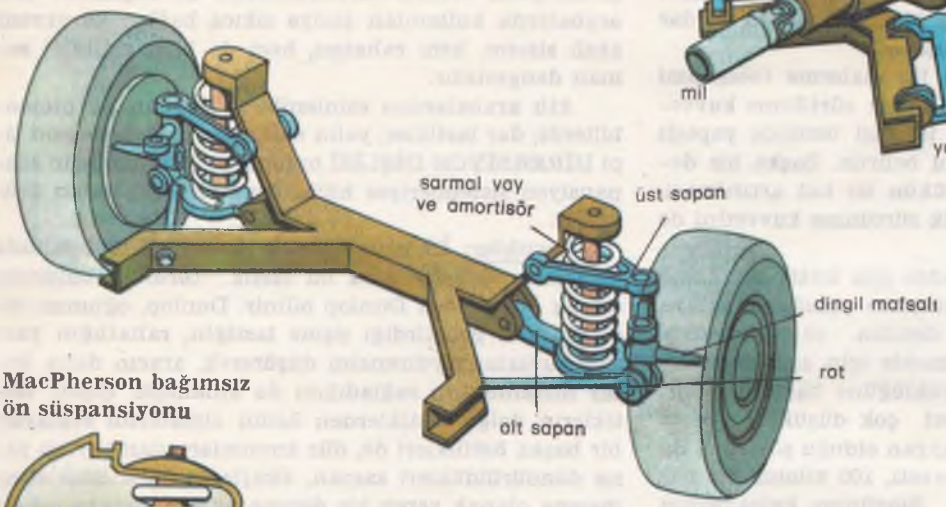
1929 model Morris Cowley'in arka süspansiyonu. (altta) Resimde, makas ile makasın yaylanmasını basınçlı ya da hidrolik bir sistem aracılığı olmadan sönümlendiren sürtünmeli amortisör görülmektedir.



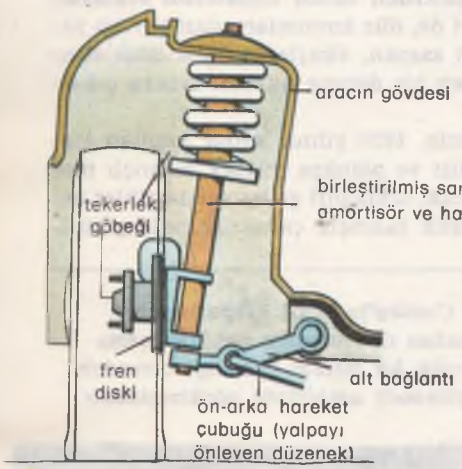
yarı çekici kol, bağımsız arka süspansiyon



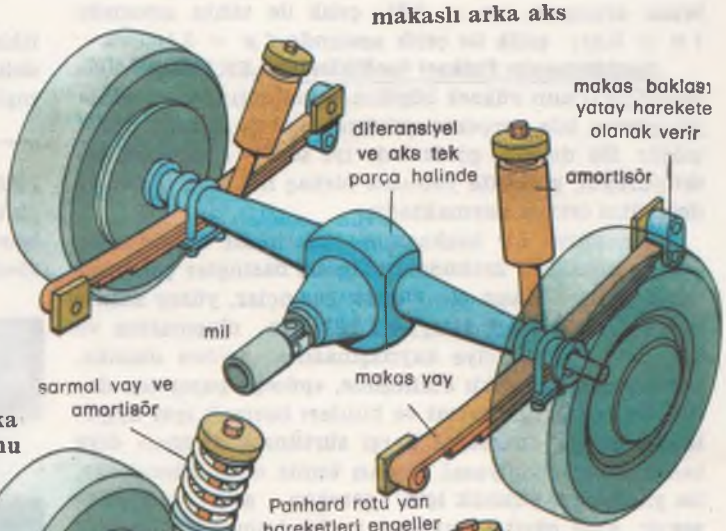
çift sapanlı bağımsız ön süspansiyon



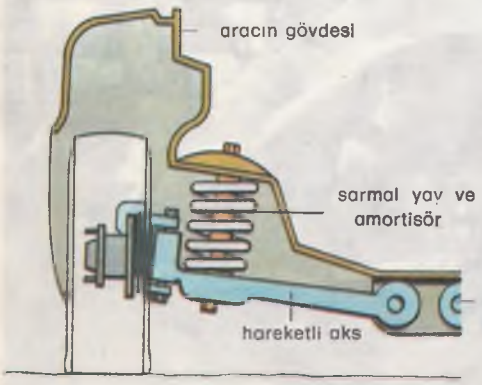
MacPherson bağımsız ön süspansiyonu



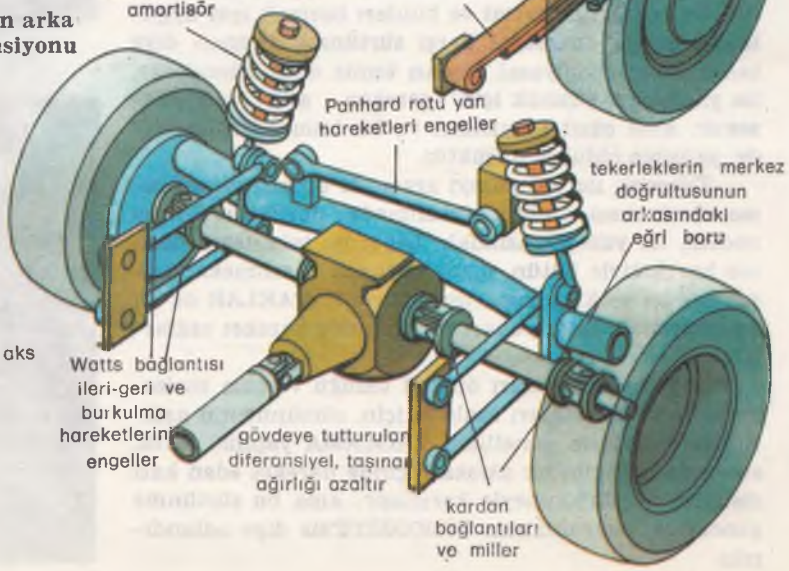
makaslı arka aks

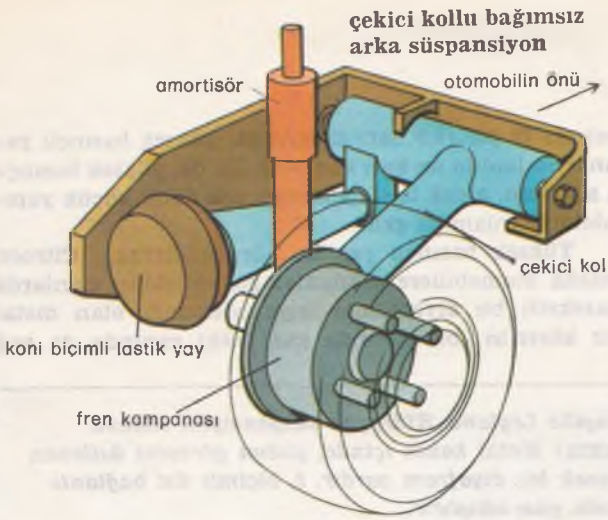


hareketli akslı bağımsız ön süspansiyon



De Dion arka süspansiyonu





di. Geniş lastikler, yol yüzeyine daha iyi temas ettiklerinden, basıncı daha düzgün biçimde dağıtıp, yola daha iyi tutunurlar. Basınçların düşük olması, yaylanmayı artırıp daha rahat bir yolculuk sağlar.

Makas, yay ve amortisörler: Yalnızca lastiklerle yeterli rahatlık sağlanamayacağından, tekerlek ile şasi arasında yay kullanılması gerekir. Eski araçların bazılarında, aracın gövdesi şasi uzantılarına kayışlarla *asılır*dı. Bu alandaki ilk gelişmelerden biri, *çokyapraklı makas*lardı. Bu türden makaslar, günümüzde bile otomobillerin arka akslarında kullanılır, makas yaprakları arasındaki sürtünmeyi bir ölçüde sönümlerler. Ayrıca, makas, arka aksın yukarı-aşağı hareketine engel olmadan, öteki doğrultularda hareketsiz kalmasını sağlar.

Süspansiyon araçlarının en yaygın türlerinden biri de, sarmal biçimli *susta* yaylarıdır. Çelikten yapılan bu yayların çalışma ilkesi, eğilmeden çok burulmaya dayanır. «*Burulma çubuğu*» adı verilen bir başka sistem de, susta sistemine çok benzer. Burulma çubuğu, bir tür açılmış yaydır. Bir ucu şasiye, öbür ucu süspansiyona bağlanan yayın, süspansiyona bağlı olan ucu bağlantı noktasının çevresinde döndüğü zaman, çubuk da döner ve çubuğun gerilmesi süspansiyonu dengeler.

Otomobillerde sönümsüz yaylar kullanılsaydı, yoldaki her pürüz, aracın oldukça uzun bir süre yaylanmasına yolaçardı. Bu durum, hem araç içindekileri rahatsız eder, hem de tekerlekleri yoldan ayırıp tehlikeli olabilirdi. Bu yüzden, sönüm sağlayan *amortisör* kullanma gereği doğdu. Sürtünmeyle çalışan ilk amortisörlerde, aksa bağlı olan bir kol aracılığıyla, aksın hareketi, DEBRİYAJ'a benzeyen sürtünmeli iki diske iletilir, bu disklerin direnciyle gerekli sönüm sağlanırdı. Günümüzdeyse, genellikle kapalı bir silindir içinde yeralan bir pistondan oluşan hidrolik ve teleskopik amortisörler kullanılır. Silindir ile pistondan biri şasiye ikincisi de aksa bağlanır. Piston üstünde bulunan delikler, silindir içindeki sıvının, pistonun bir yanından öteki yanına geçmesine olanak verir ve bu işlem sırasında enerji soğurulur. Sıvı olarak genellikle yağ kullanılır. Ancak, yağ yerine sıkıştırılmış gaz içeren, böylece hem darbeleri hafifletip, hem de yay görevini üstlenen amortisörler de vardır.

Bazı yaylarda çelik yerine, lastik ve hava (ya da başka bir gaz) gibi bazı bakımlardan olumlu özellikler taşıyan maddeler kullanılır. Sözgelimi lastiğin biçimi ve bileşimi, hem sıkıştırma, hem de kesme kuvvetlerini taşıyacak biçimde değiştirilebilir. Lastik, *histerezis* özelliğinden ötürü etkili bir sönüm sağlar. Histerezis, bir

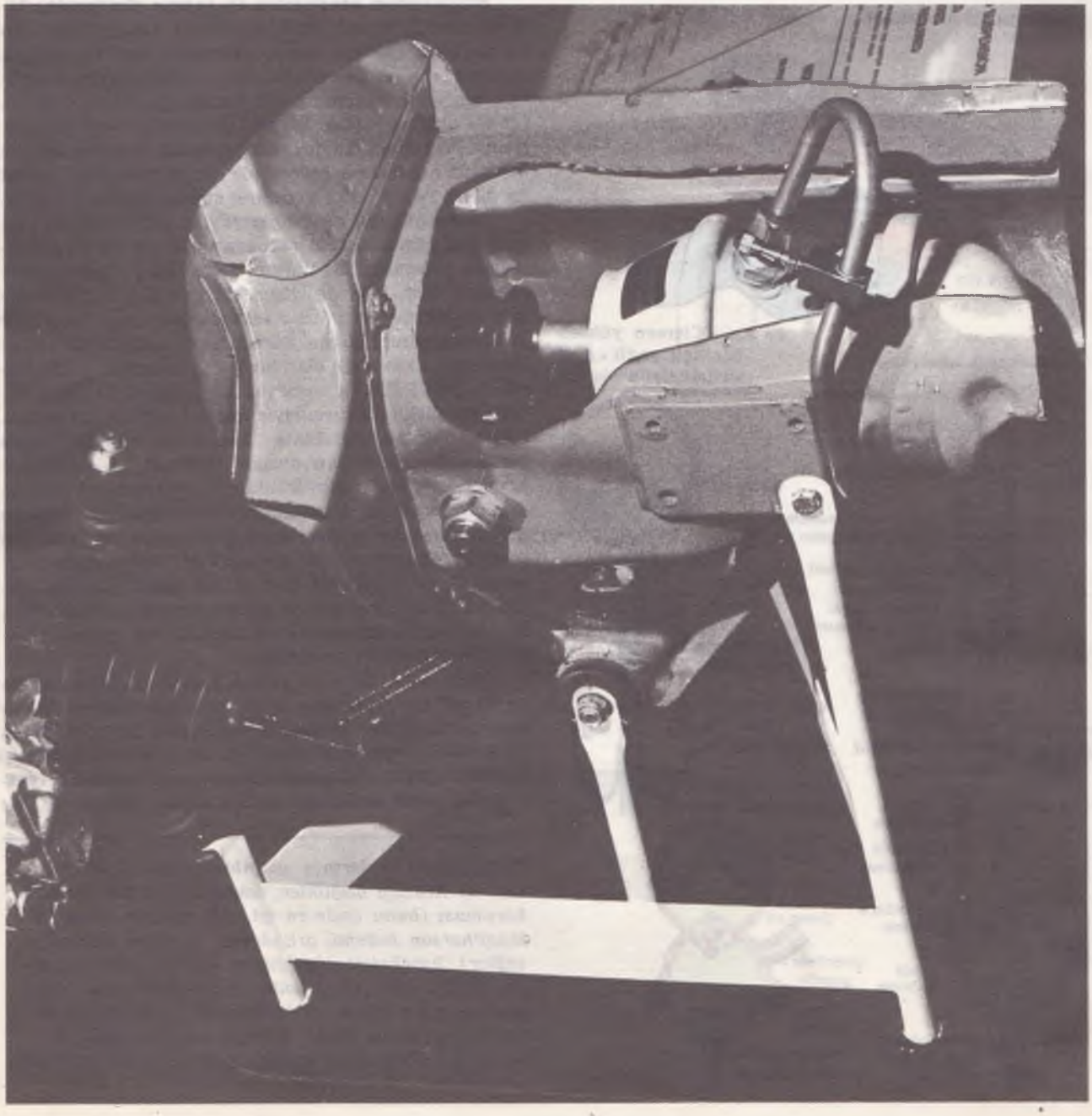
Süspansiyon türlerinin yalınlaştırılmış çizimleri. (solda) Aranan özellikler, tekerleklerin dik konumu koruması (bunu önde en iyi, çift sapanlı sistem ve MacPherson sistemi, arkadaysa De Dion sistemi sağlar), hareketsiz ağırlığın az olması (çift sapanlı ön, çekici, yarı çekici kollu ve De Dion arka) ve yapının yalınlığıdır (önde hareketli aks; çekici ve yarı çekici kollu arka). Resmin solunda altta, gaz basınçlı amortisör ve «yağlı» sustalar görülmektedir.

etkinin, kendisine yolaçan nedeni izlemesinin geciktirilmesidir. Yüksek histerezis gösteren lastik daha az zıplatır. İngiliz Leyland fabrikasının ürettiği Mini otomobillerin bazılarında, yalın ve kullanışlı bir lastik yay türü bulunur (bu araçların birçoğunda da, daha aşağıda söz edeceğimiz «hidrolastik» sistem kullanılmaktadır).

Havalı yayların başlıca iki türü vardır: Yüksek basınçlı türler; alçak basınçlı türler. İlke olarak balonlara benzeyen bu sistemler, yalın yay gibidir ve süspansiyon sisteminin herhangi bir parçasını tutturma amacıyla kullanılamaz. Bu sistemlerin sertliğini sağlayan üç önemli etmen vardır: İçlerindeki basınç; yükü taşıyan yüzey; hacimleri. Alçak basınçlı bir yayın basıncı 70 psi (4,8 bar) dolayında, yüksek basınçlı yayınkiyse bunun on katı kadardır. Bu da, yüksek basınçlı sistemin, alçak basınçlılardan çok daha küçük yapılabildiği anlamına gelir.

Yüksek basınçlı yaylara örnek olarak, Citroen marka otomobillere takılanlar gösterilebilir. Bunlarda hareketli bir diyaframla ikiye bölünmüş olan metal bir kürenin bir yanında gaz, öteki yanında da yağ

İngiliz Leyland Hidragaz süspansiyon sistemi. (altta) Metal kabın içinde, piston görevini üstlenen esnek bir diyafram vardır. L biçimli üst bağlantı kolu, gazı sıkıştırır.



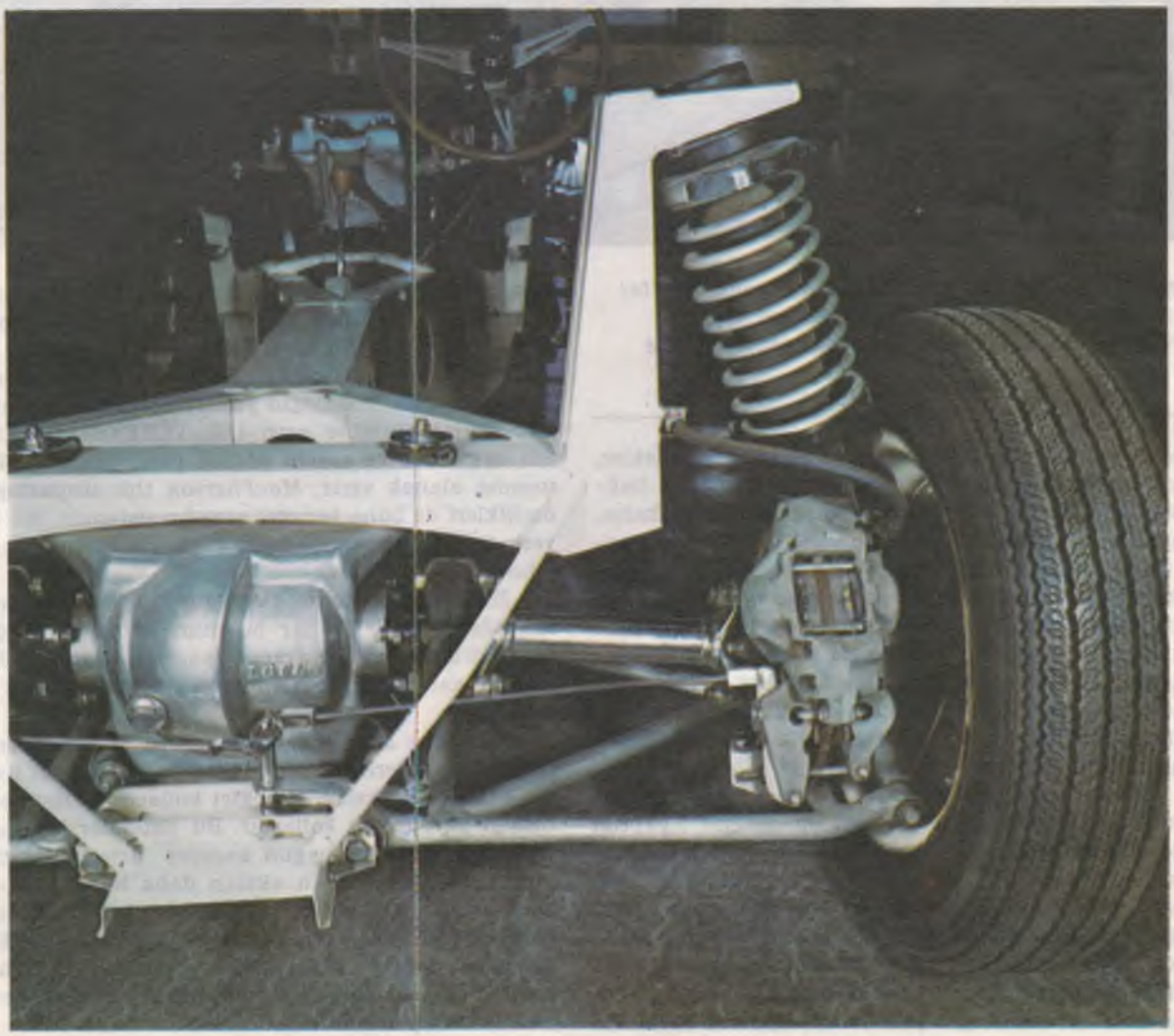
bulunur. Kollar ve çubuklarla tekerleklere bağlanan bir piston, yağı, yağ da gazı sıkıştırır. Tekerlek yukarı-aşağı hareket ettikçe, piston da aynı hareketi yineler ve böylece, gazı bir sıkıştırıp, bir genişlemeye bırakarak yaylanmayı sağlar. Bir kaynaktan sisteme yüksek basınçlı yağ gönderme yoluyla, aracın yüksekliğini ayarlamak ve sisteme yağ basmak ya da sistemden yağ çekmek olanaklıdır. İngiliz Leyland'larında kullanılan «Hidragaz» sistemi de buna benzer. Ama bu sistemde su ile antifriz karışımı bir sıvı kullanılır; piston, hareketli diyafram biçiminde yapılır ve hidrolik sistem, merkez depo yerine, önden arkaya bağlanır. Ek pompa ile devrelere gerek kalmadığından bu sistem daha ucuzdur, ama kendiliğinden yüksekliği ayarlayamaz.

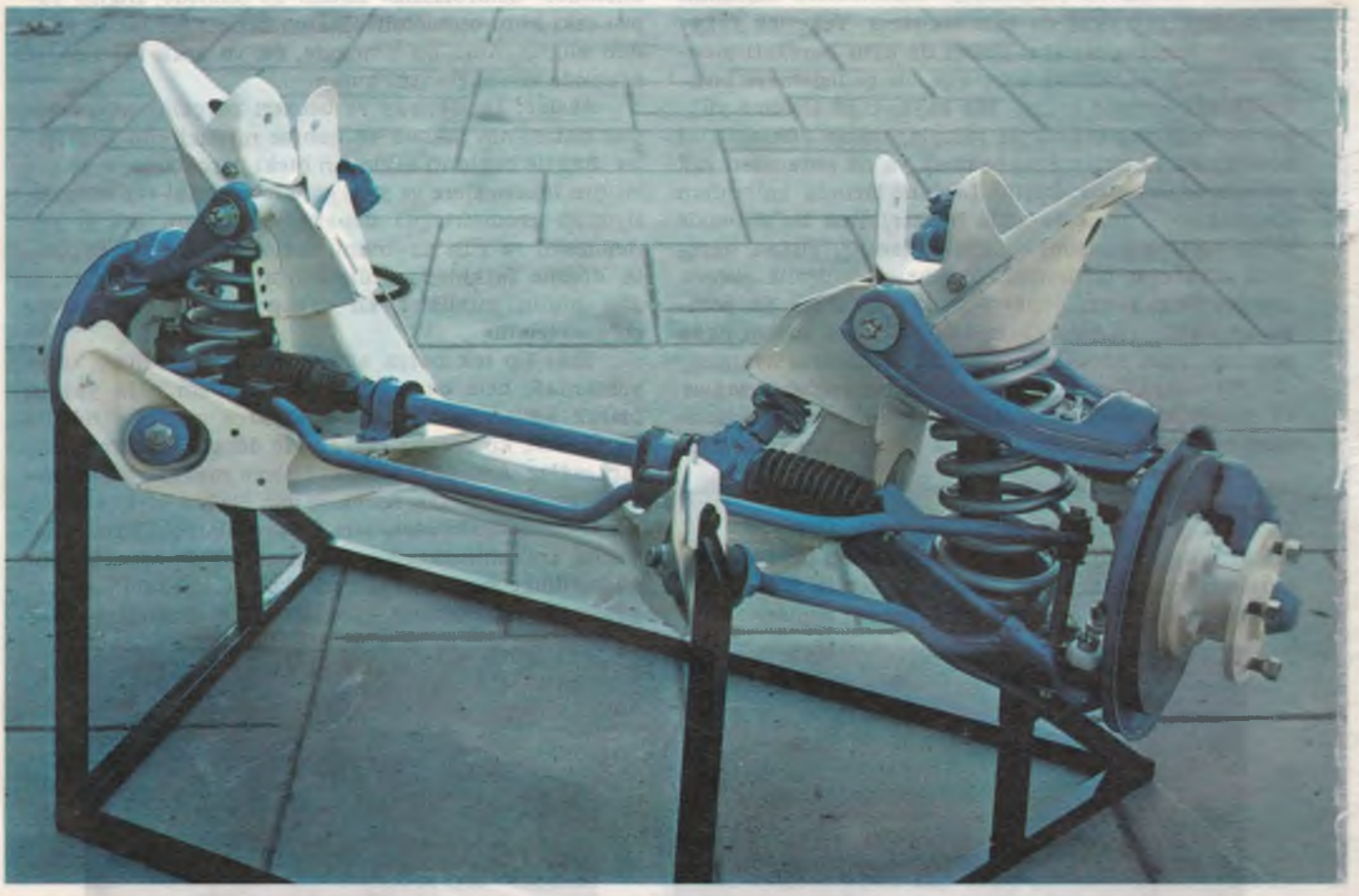
Havalı yaylar genellikle rahat bir yolculuk sağlar, ek sönüm düzenekleri gerektirmez, ön ve arka bağlantılar nedeniyle, yalpalama ya da zıplamalardan pek etkilenmez. «Hidrolastik» sistem de temelde, İngiliz yapısı eski Mini otomobillerdekine benzer bir lastik yaydan oluşur. Ama bu sistemde, ön ve arka tekerlekler arasında sıvı bağlantısı bulunur.

Akslar: Lastik, yay ve benzeri parçalar, süspansiyon sisteminin taşıma ve konfor niteliklerini belirlerler. Aks ile bağlantı sağlayan öteki parçalarsa, araç şasisinin tekerleklere ve yola göre hareketini (ve süspansiyonun geometrisini) denetlediklerinden, aracın yönelmesini ve yola uyumunu sağlarlar. Konfor, kapasite, dönme farklılıkları, direksiyon hareketlerine tepki gibi bütün nitelikler, en uygun biçimde birbirlerine göre ayarlanır.

Eski tip tek parça aks, hem ön (genellikle kamyonlarda), hem de arka tekerlekler için hâlâ yaygın olarak kullanılmaktadır. Tek parça akslarda dönme hareketini, *kingpin*ler çevresinde dönen dingil mafsalları sağlar. Arkadaki aksa bağlanan makaslar, öne, arkaya ve yana doğru harekete bir ölçüde olanak verir. Bu sistem günümüzde, seri üretim otomobillerinin çoğunda kullanılmaktadır. Bazen (özellikle susta yaylar kullanıldığı zaman) eklenen kol ve çubuklar, aracın gövdesine hareketlilik kazandırır. A-dirsekleri, *Pan-*

Lotus Elan'ın arka süspansiyonu. (altta) Yarım aksların uçlarında birer mafsal bulunur. Diferansiyelse hareketsizdir. Teleskopik Chapman destek kolu, virajlarda kamber açısının korunmasını sağlar.





Ford Cortina'nın çift sapanlı süspansiyonu. (üstte) Resimde rotlar ve kremayer direksiyon dişlisi seçilmektedir. Amortisörler, sarmal yaylar içinde yeralır.

hard rotları, *Watts* bağlantıları ve benzeri düzenekler, aracın gövdesi ile tekerlekler arasında en uygun bağlantıyı sağlar. Bu bağlantı ne kadar iyi ayarlanırsa, araç da o kadar duyarlı biçimde yönetilebilir. Tek parça aksın sakıncalarından biri, bir tekerleğe raslayan darbenin ikinci tekerleği de etkilemesi ve aksların daha ağır olmasıdır. Bu yüzden, oluşan ağırlık dağılımındaki değişiklik, aracın konforunu azaltır ve aracın ağırlığının tekerlekleri etkilemesi yerine, tekerlekler, aracın hareketini etkilerler. Buna karşılık, tek parça akslar, tekerleklerin dik durmalarını sağladıklarından, dönüşler için daha elverişlidirler.

Hareketli aks, tek parça aksın iki parçaya bölünmesiyle elde edilir. VW firması bu sistemi, yaptığı «Kaplumbağa» tipi araçlarda yıllarca kullanmıştır. Chrysler firmasının İngiltere'deki fabrikasıysa, aynı sistemi Sunbeam İmp'lerin ön tekerleklerinde hâlâ kullanmaktadır. Ancak, sistemin istenmeyen bir etkisi vardır. Viraj dönerken araç gövdesi, dış yandaki tekerleğe doğru eğilir ve tekerleğe binen yük önemli ölçüde artarak, tekerleğin yola temas açısının bozulmasına yolaçar. Bu durum güç yitimini kaçınılmaz hale getirdiğinden, yüksek hızlarda, aks, sorunlara yolaçar.

En yaygın kullanılan bağımsız süspansiyon sistemi, *çift sapanlı* sistemdir. Çift sapanlı sistem az yer kapladığından, tekerleğin yukarı-aşağı hareketine olanak sağlar. *Kamber açısı* (Bk. DİREKSİYON DİŞLİSİ) uygundur ve aracın dönme yarıçapının küçük olmasına olanak verir. *MacPherson* tipi süspansiyonun özellikleri de buna benzer; ama bu sistemde, üst sapan yerine, hareketli parça olarak amortisör ve susta kullanılır.

Bazı otomobillerde (VW gibi) ön süspansiyonda, salınabilen çekici kollar bulunur. Ama bu araçlarda ön tekerlekler yol ile aracın yaptığı açıyı koruduklarından, kamber açısı istenmeyen biçimde değişir.

Bağımsız arka süspansiyonların da ilkesi, ön süspansiyonunkilere benzer. Bunlarda en yaygın uygulama, hareketli akslar ile çekici kolların birleşmesinden oluşan yarı çekici kollardır. Bu sistemler iyi düşünülüp hazırlanmışsa, uygun kamber açısı değişiklikleri gösterir ve tek parçalı akstan daha hafif olurlar. De Dion arka süspansiyon sisteminde, tekerlekleri, içi boş, oldukça hafif bir boru birleştirir. DİFERANSİYEL ise, doğrudan doğruya şasiye bağlanır. Böylece sistem, hem hafif olur, hem de tek parçalı aksın istenilen geometrik nitelikleri korunur.